

PCA-5017

**INTRODUÇÃO AOS SISTEMAS DE
INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA EM SOFTWARE
LIVRE**

CARLOS HENRIQUE GROHMANN

INSTITUTO DE ENERGIA E AMBIENTE - USP

Sensoriamento Remoto

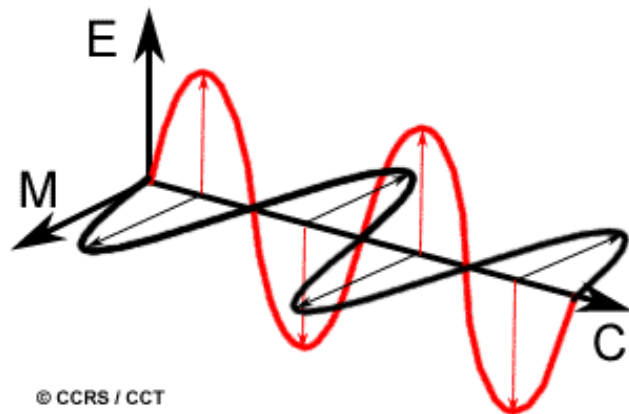
definição 1 (INPE)

- ▶ "Utilização de sensores para aquisição de informações sobre objetos ou fenômenos sem que haja contato direto entre eles"
 - ▶ Sensores: são equipamentos capazes de coletar energia proveniente do objeto, convertê-la em sinal passível de ser registrado e apresentá-lo em forma adequada à extração de informações.
 - ▶ Energia: na grande maioria das vezes é a energia eletromagnética ou radiação eletromagnética.

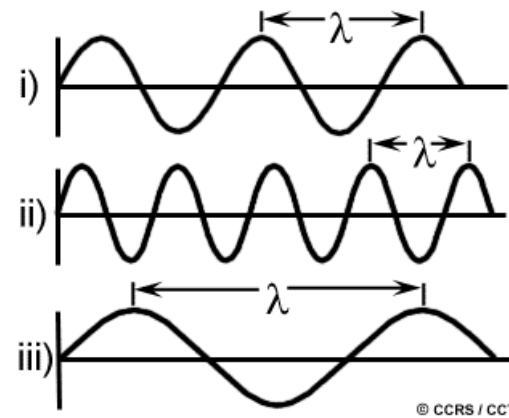
definição 2 (INPE)

- ▶ "Conjunto das atividades relacionadas à aquisição e a análise de dados de sensores remotos"
 - ▶ Sensores remotos: sistemas fotográficos ou óptico-eletrônicos capazes de detectar e registrar, sob a forma de imagens ou não, o fluxo de energia radiante refletido ou emitido por objetos distantes.

Radiação Eletromagnética (REM)



© CCRS / CCT



© CCRS / CCT

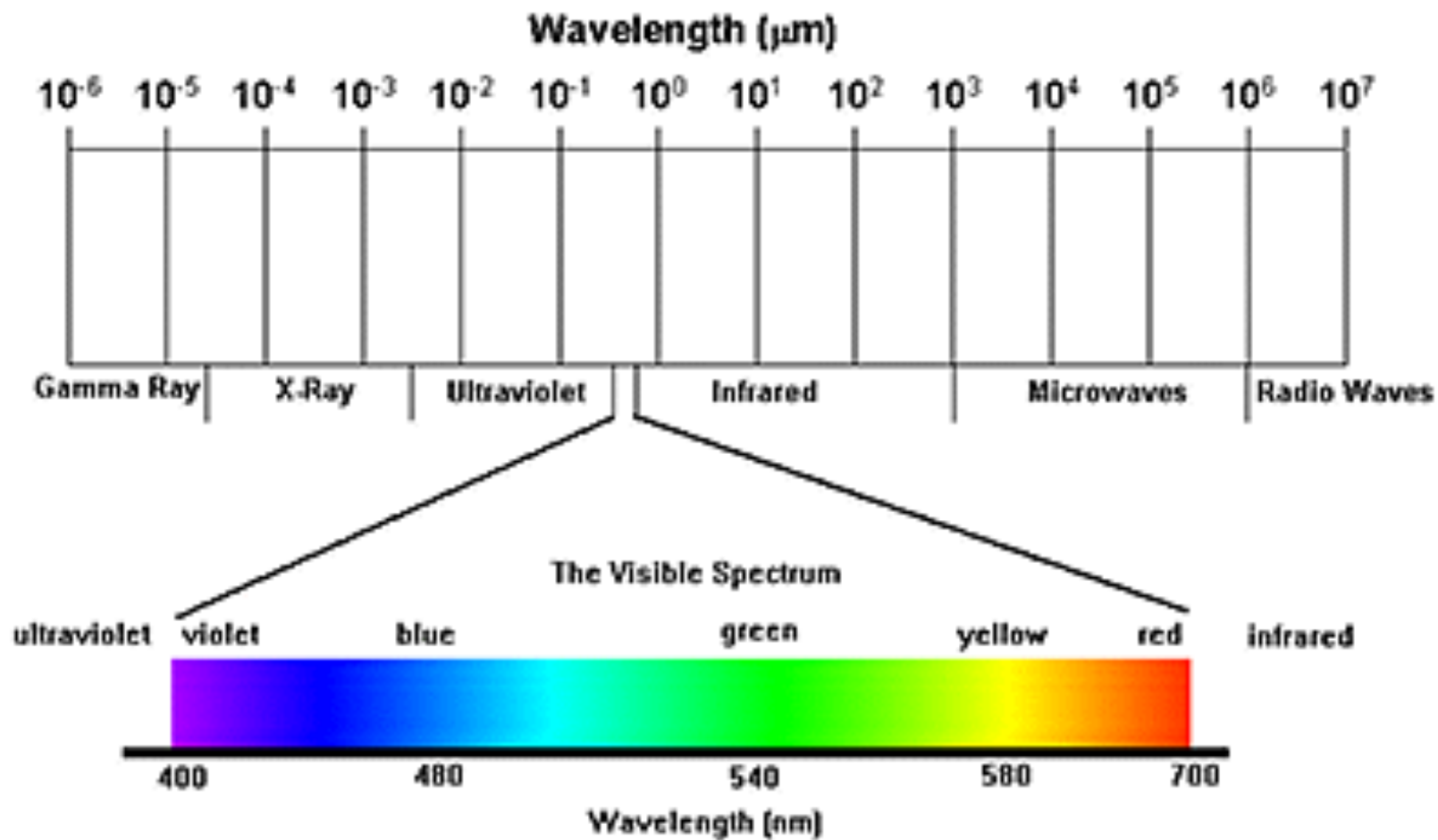
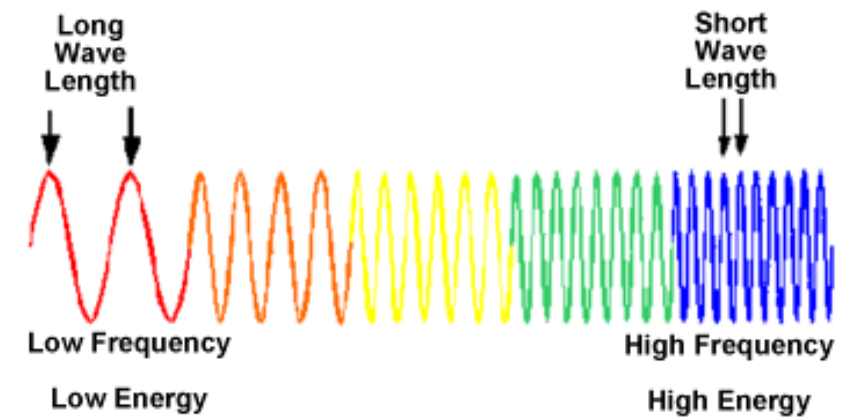
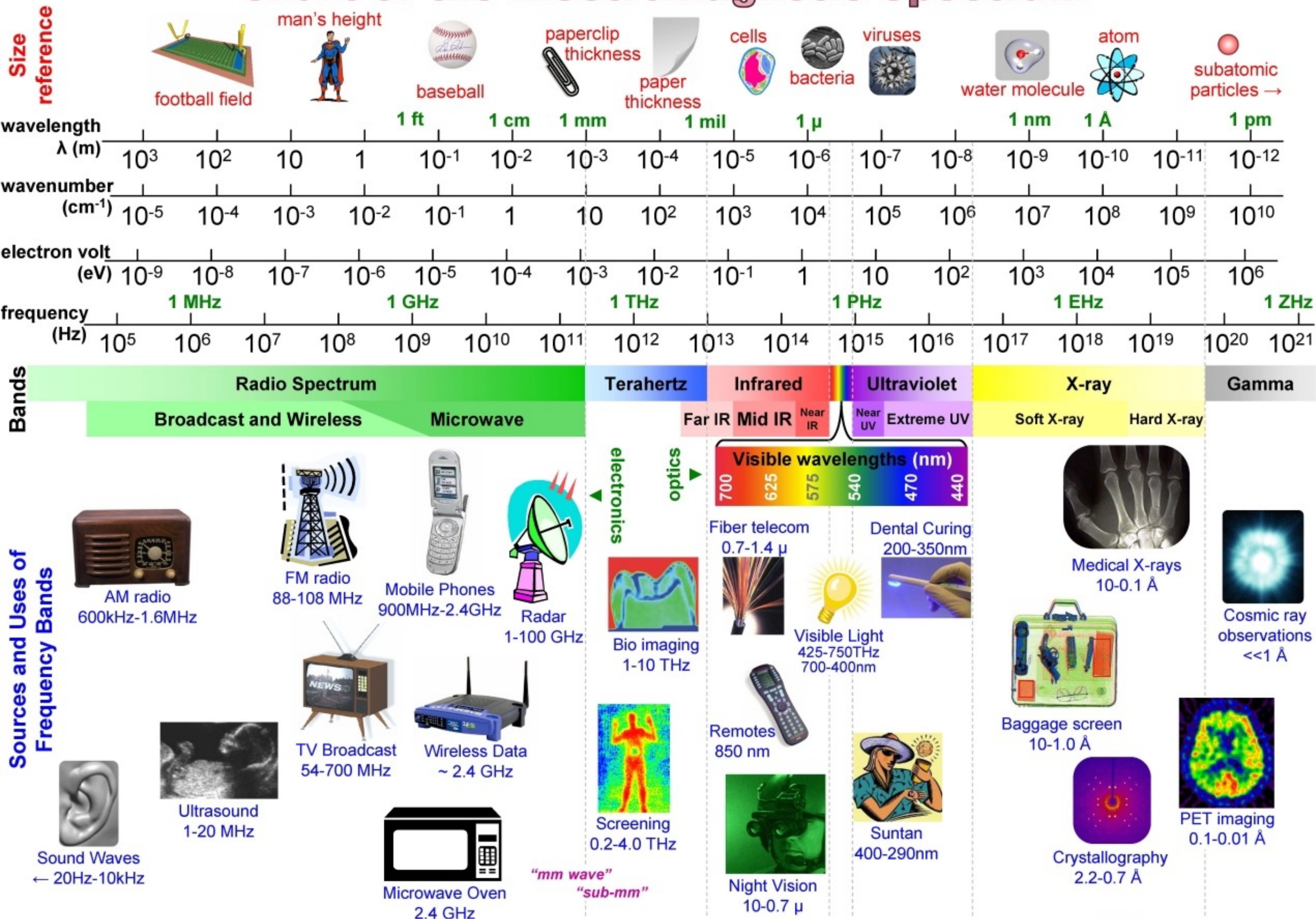


Chart of the Electromagnetic Spectrum



$$\lambda = 3 \times 10^8 / \text{freq} = 1 / (\text{wn} * 100) = 1.24 \times 10^{-6} / \text{eV}$$

Sistema Visual Humano

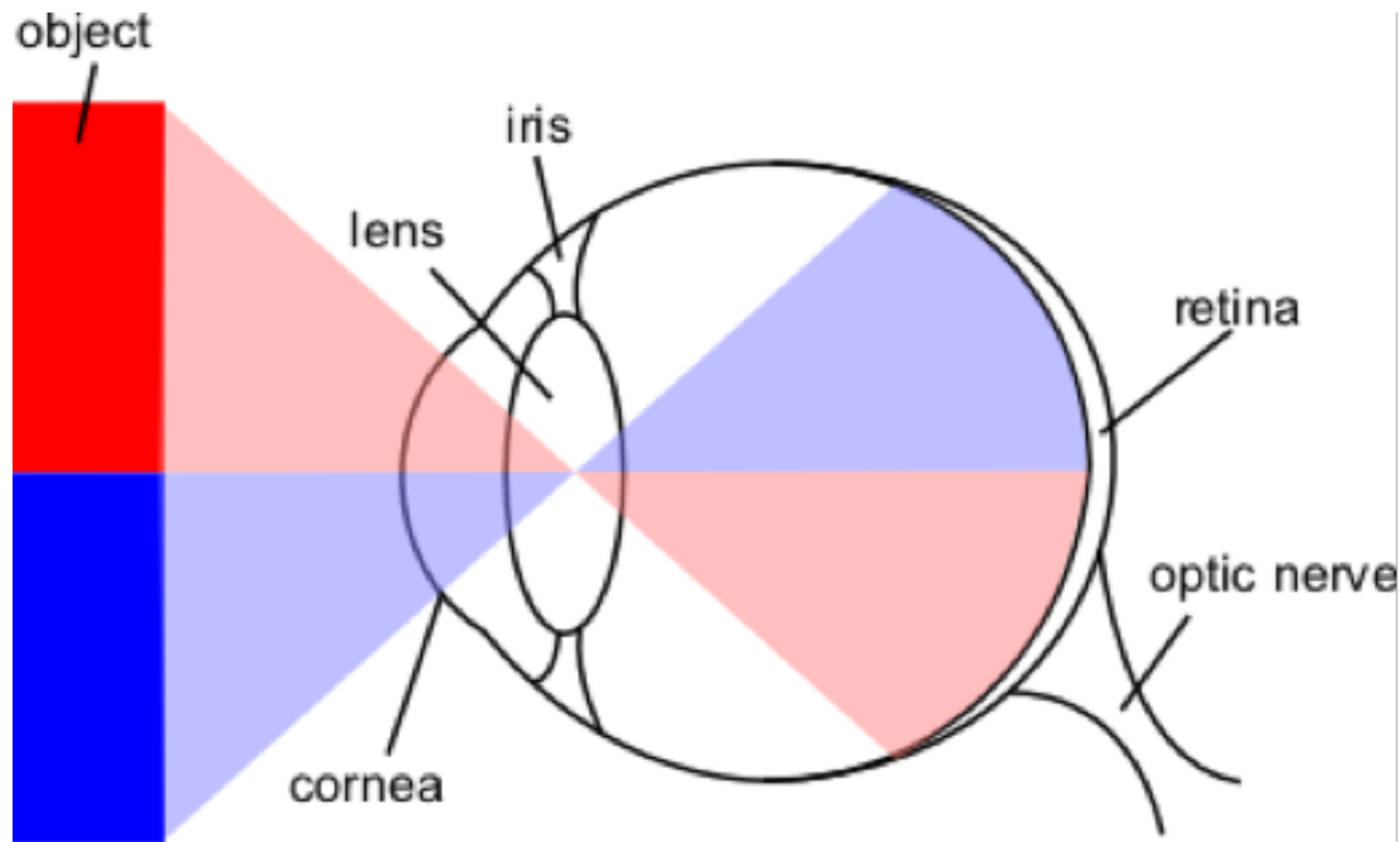
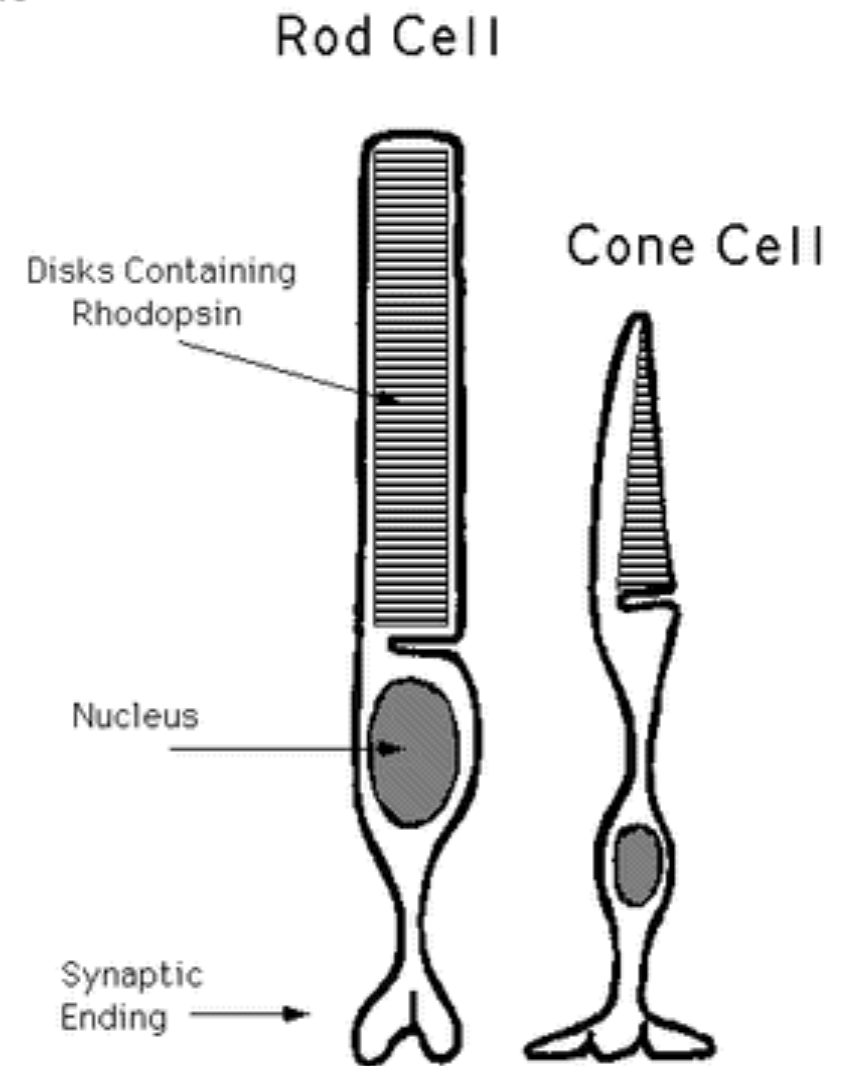


Figure 2

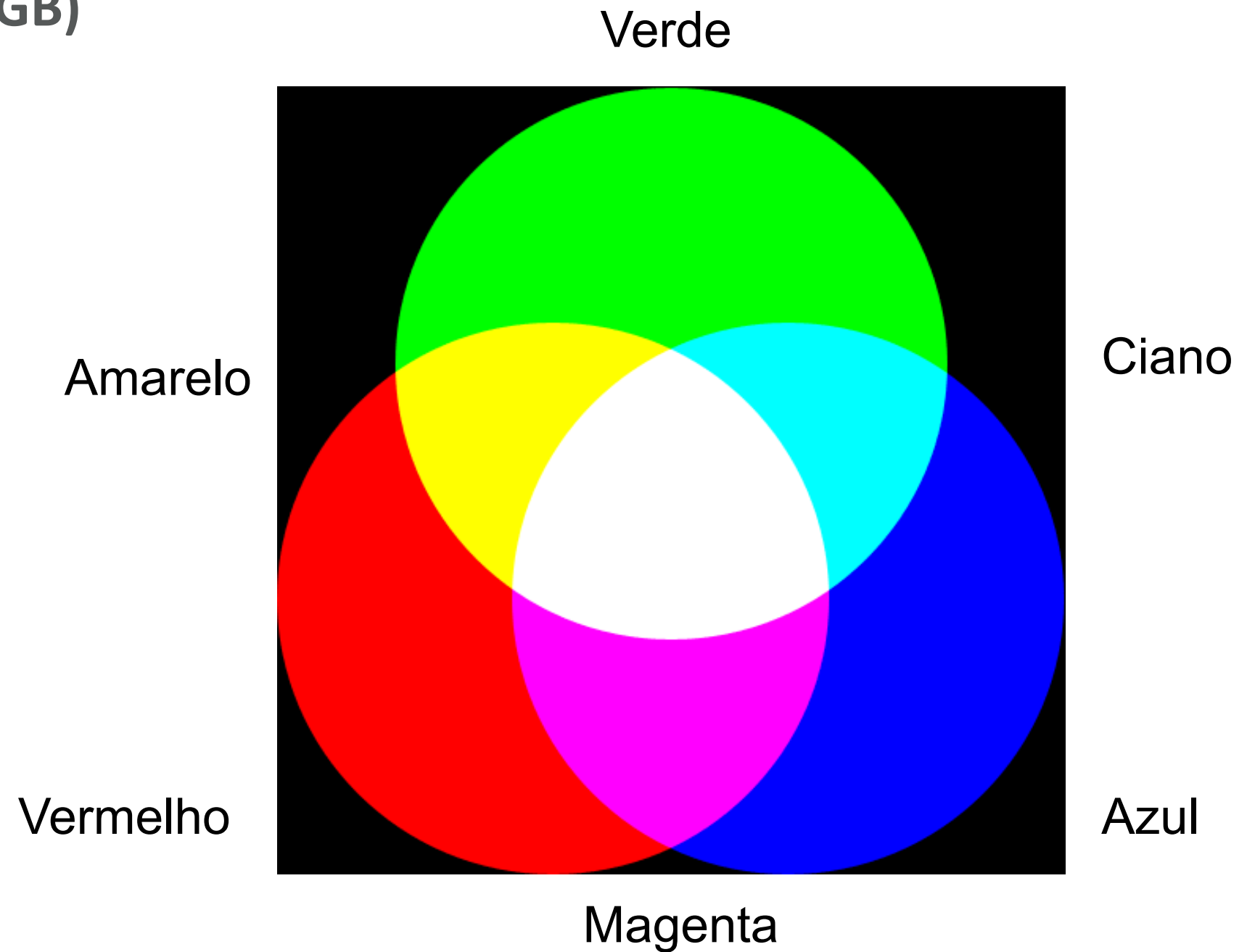


Sistema Visual Humano

- ▶ **Bastonetes:** $\sim 100 \cdot 10^6$ por toda a retina, exceto no centro, onde a visão é mais acurada
 - ▶ para distinguir a variação no tom de cinza: $\sim 1\%$
 - ▶ aprox. 100 tons de cinza (idealmente)
- ▶ **Cones:** $\sim 6-7 \cdot 10^6$ principalmente no centro da retina
 - ▶ só funcionam com luminosidade
 - ▶ com pouca luz, enxergamos em tons de cinza
 - ▶ aprox. 100 tonalidades cada tipo
 - ▶ 3 tipos: **Vermelho**, **Verde**, **Azul** = $\sim 1.000.000$ cores !!
 - ▶ Somos seres Tricromáticos – enxergamos a partir de 3 cores

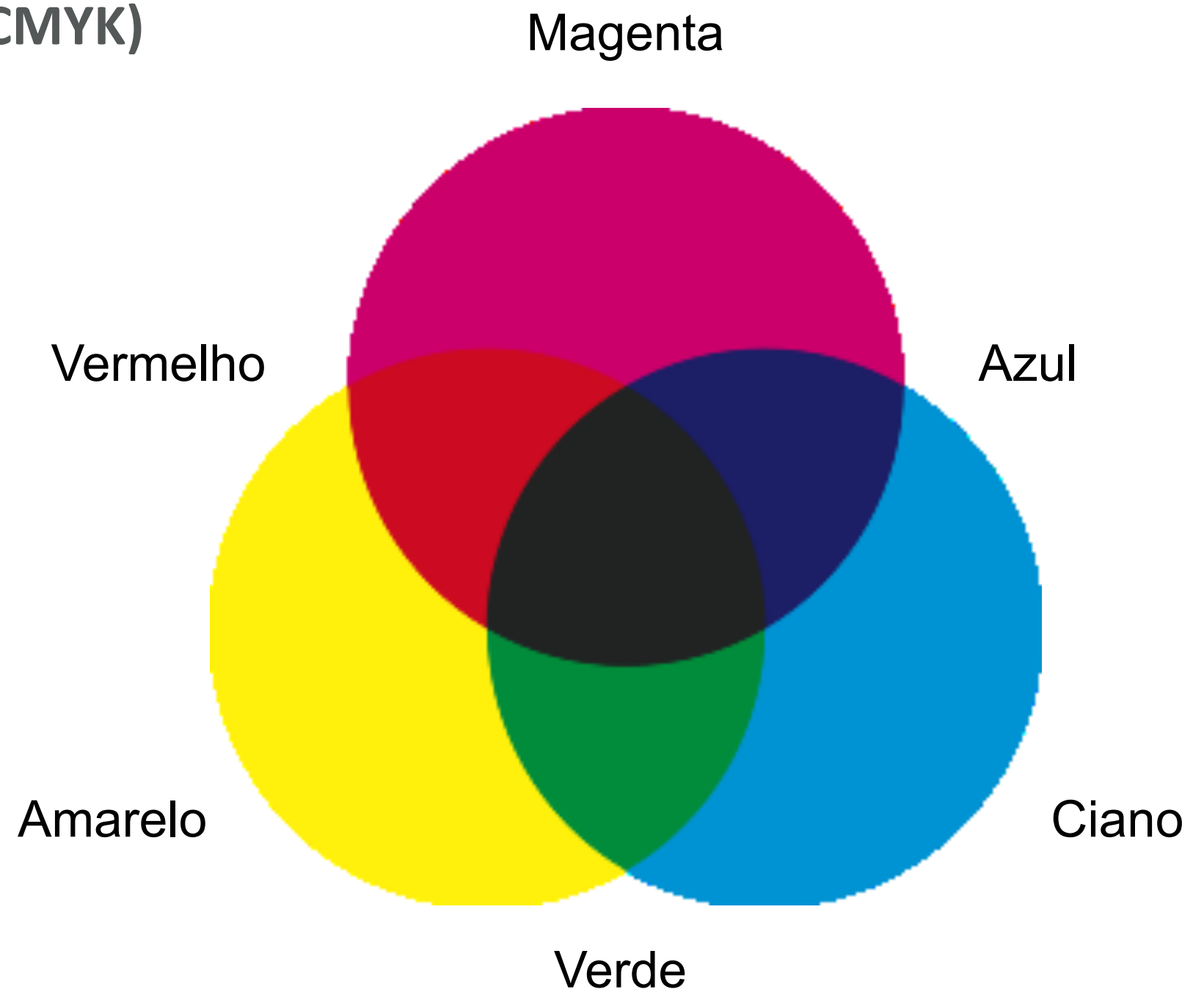
Sistemas de cores

- ▶ Sistema Aditivo (RGB)



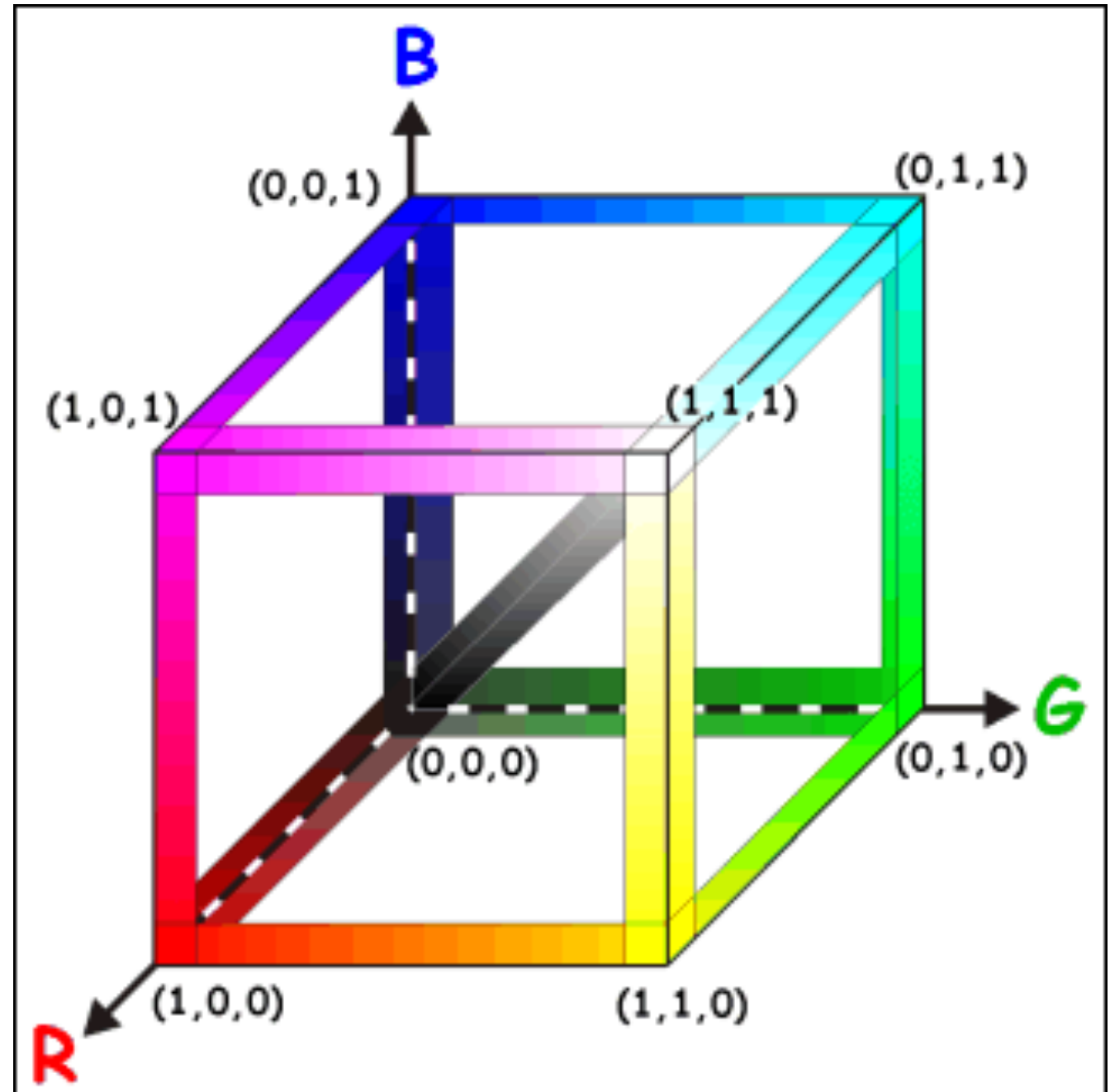
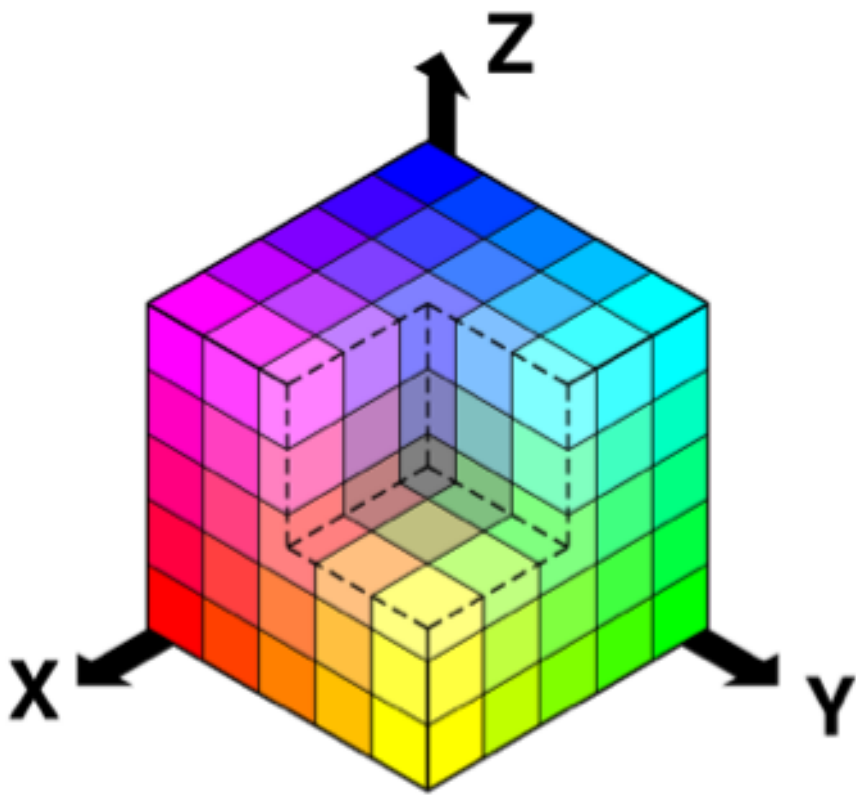
Sistemas de cores

- ▶ Sistema Subtrativo (CMYK)



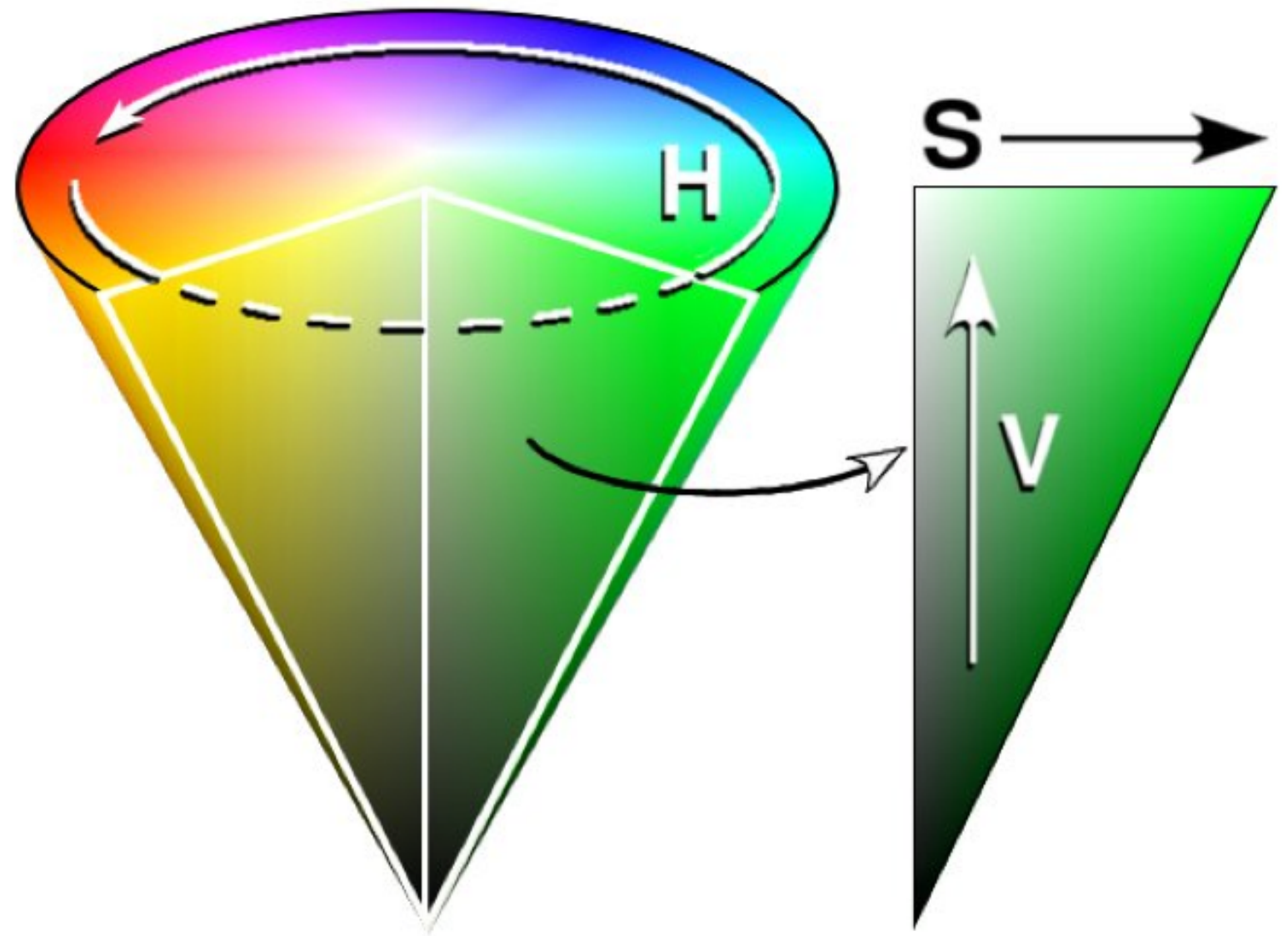
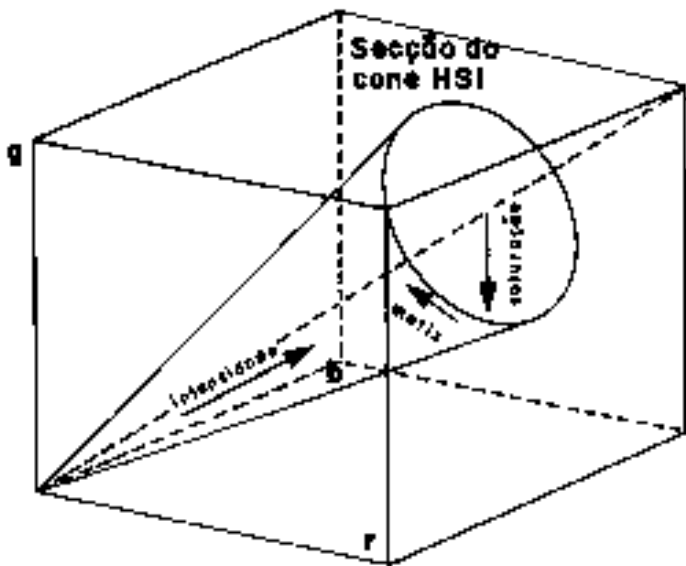
Sistemas de cores

► Cubo RGB



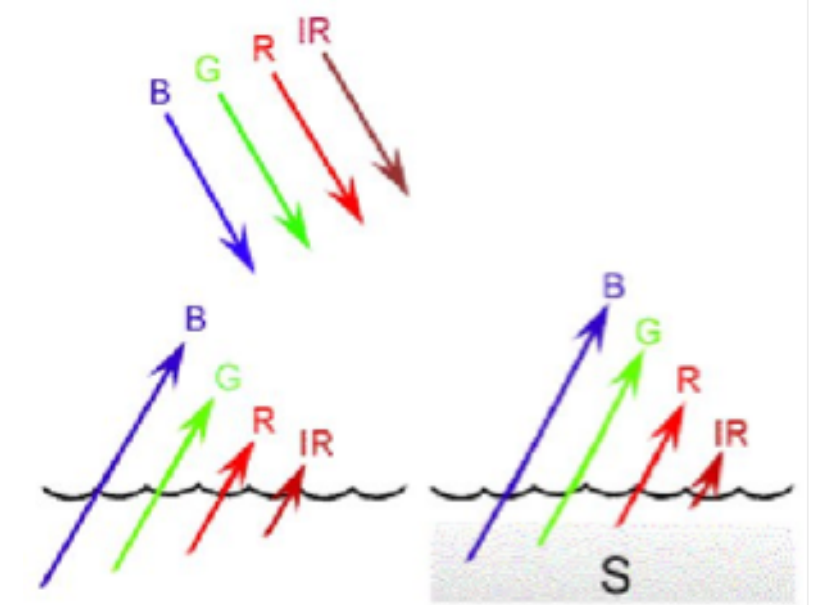
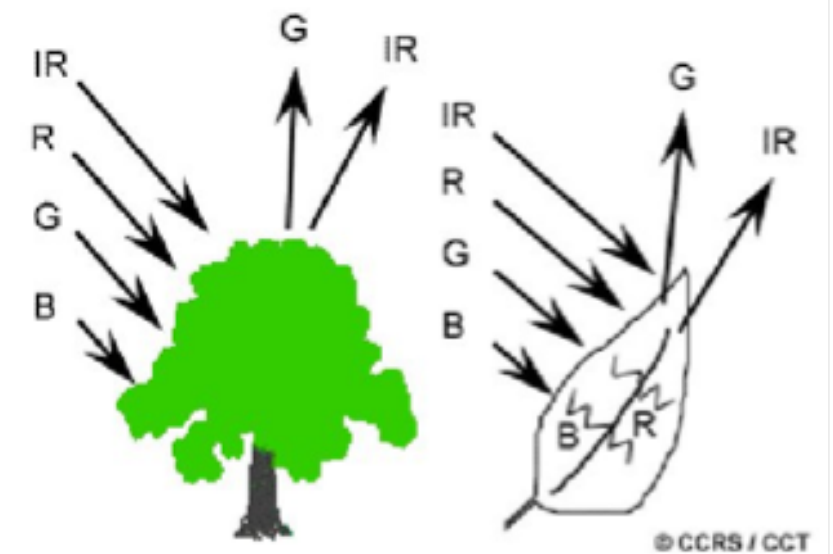
Sistemas de cores

► Cone IHS



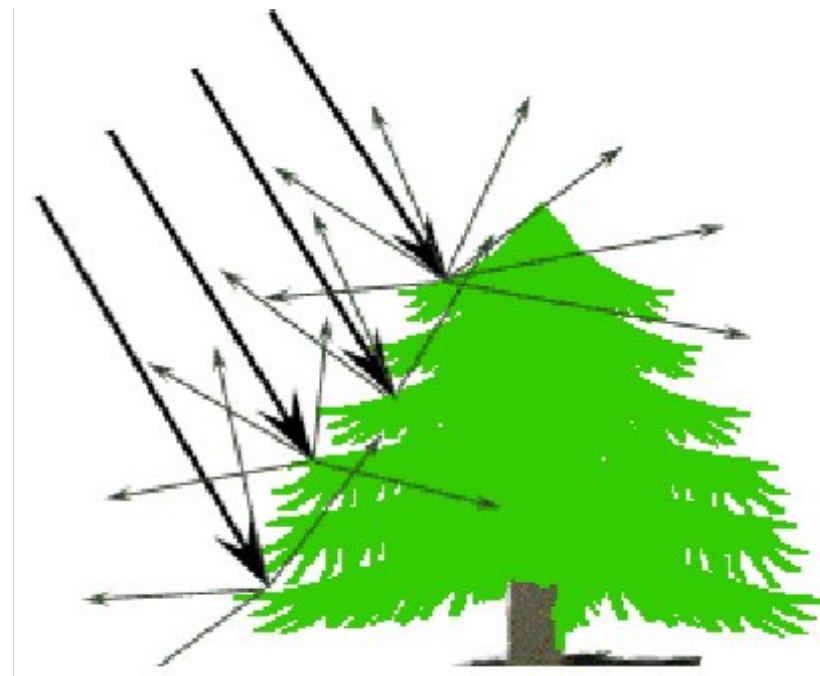
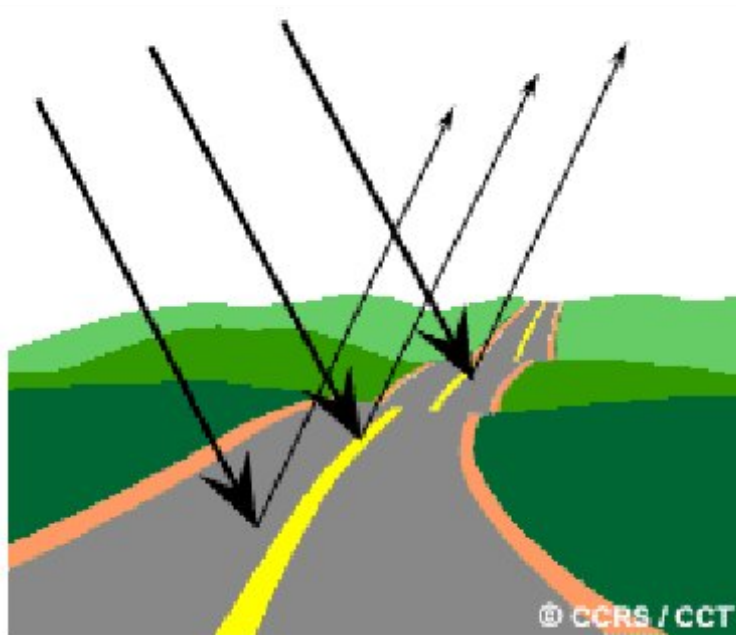
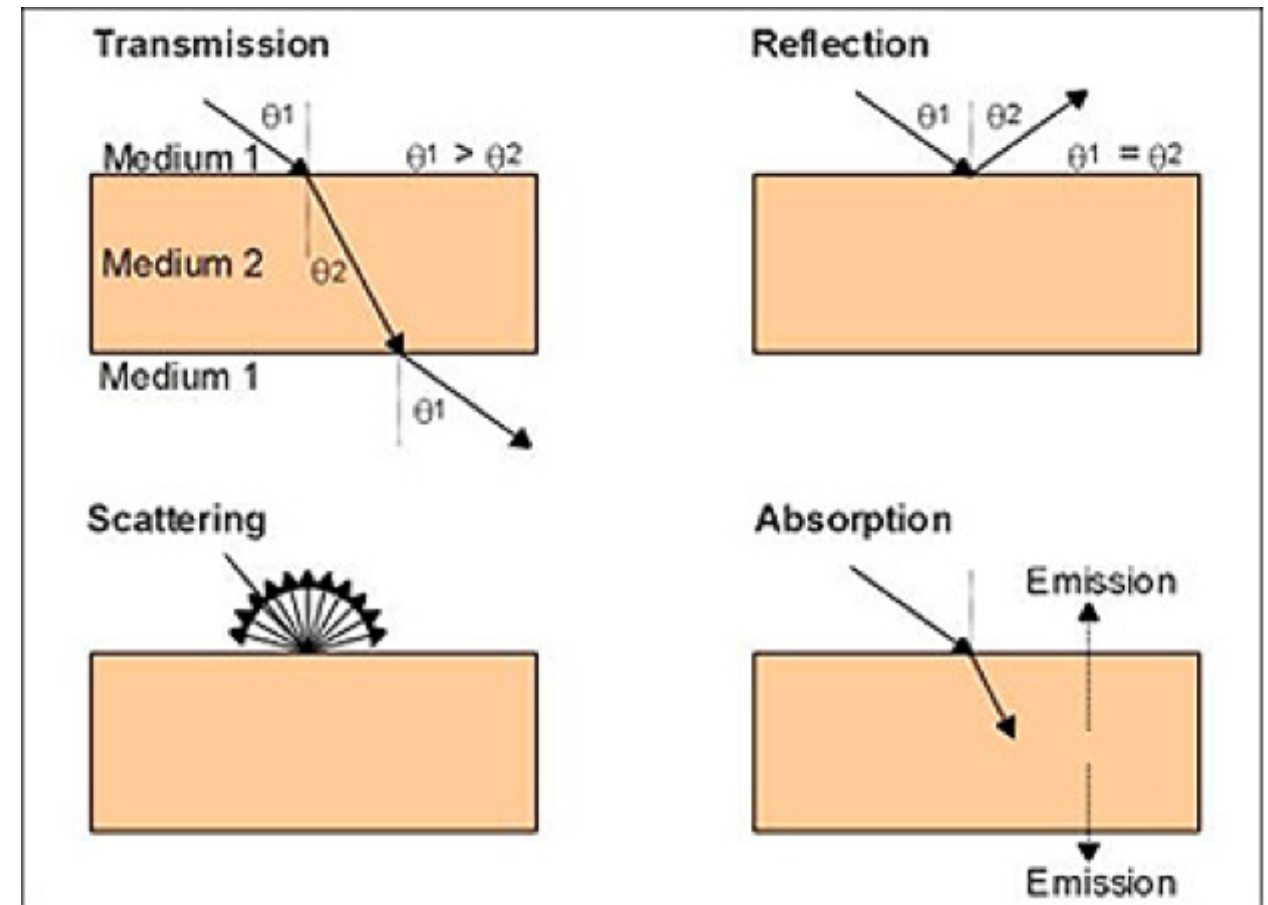
cores

- ▶ Cor do objeto depende do comprimento de onda refletido
- ▶ folhas: clorofila
 - ▶ absorve R e B
 - ▶ reflete G e NIR
- ▶ água
 - ▶ absorve G+R+NIR (comp. onda longos do visível)
 - ▶ presença de algas ou sedimentos...



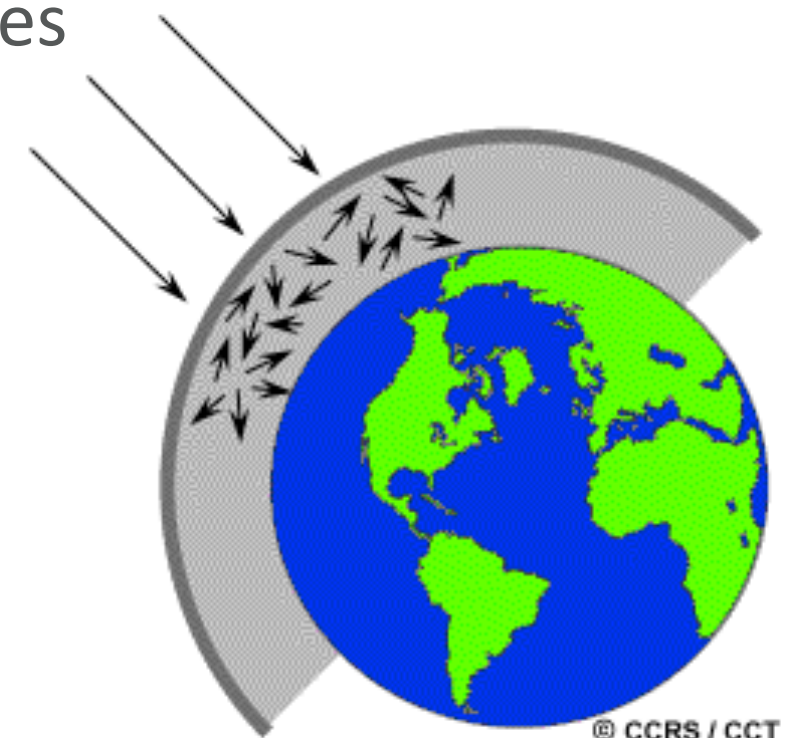
Comportamento da REM

- ▶ Transmissão
- ▶ Reflexão (especular/difusa)
- ▶ Espalhamento
- ▶ Absorção



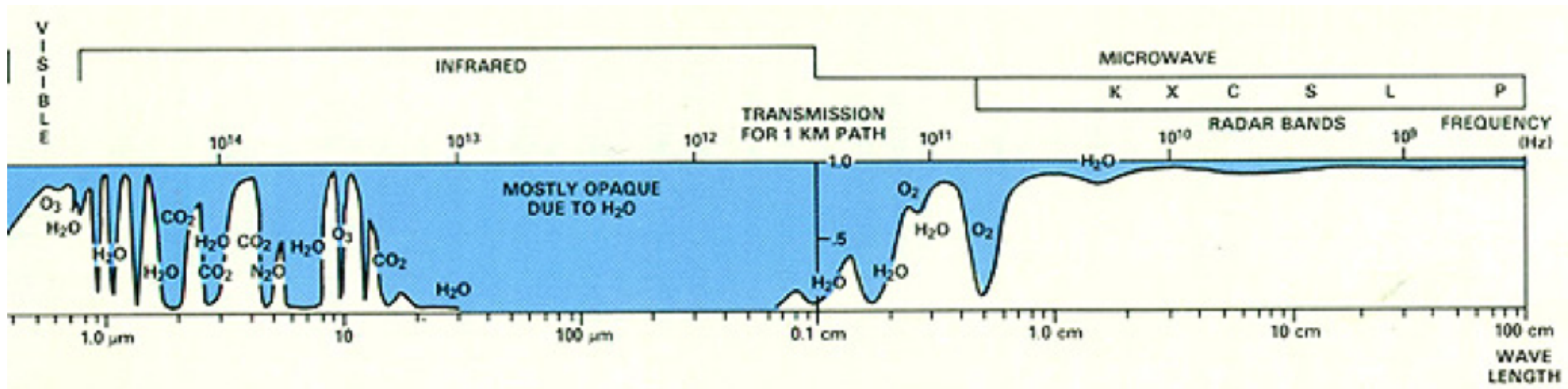
Espalhamento Atmosférico

- ▶ Espalhamento de Rayleigh
 - ▶ principal efeito de espalhamento atmosférico
 - ▶ partículas dispersas são muito menores que o comprimento de onda da REM (poeira, O₂, N₂, H₂O)
 - ▶ comprimentos de onda pequenos (UV, azul) sofrem muito mais espalhamento que comprimentos de onda maiores
- ▶ Espalhamento Não-Seletivo
 - ▶ afeta todos os comprimentos de onda
 - ▶ nuvens brancas



Comportamento da REM

- ▶ Transmissão da REM pela atmosfera não é contínua.
- ▶ Existem “janelas” criadas pela absorção da REM, principalmente pela água.



Comportamento da REM

- ▶ Energia das fontes (Sol, Terra) x janelas atm.
 - ▶ determinar os melhores comp. onda para SR
- ▶ Visível: janela + pico de energia solar

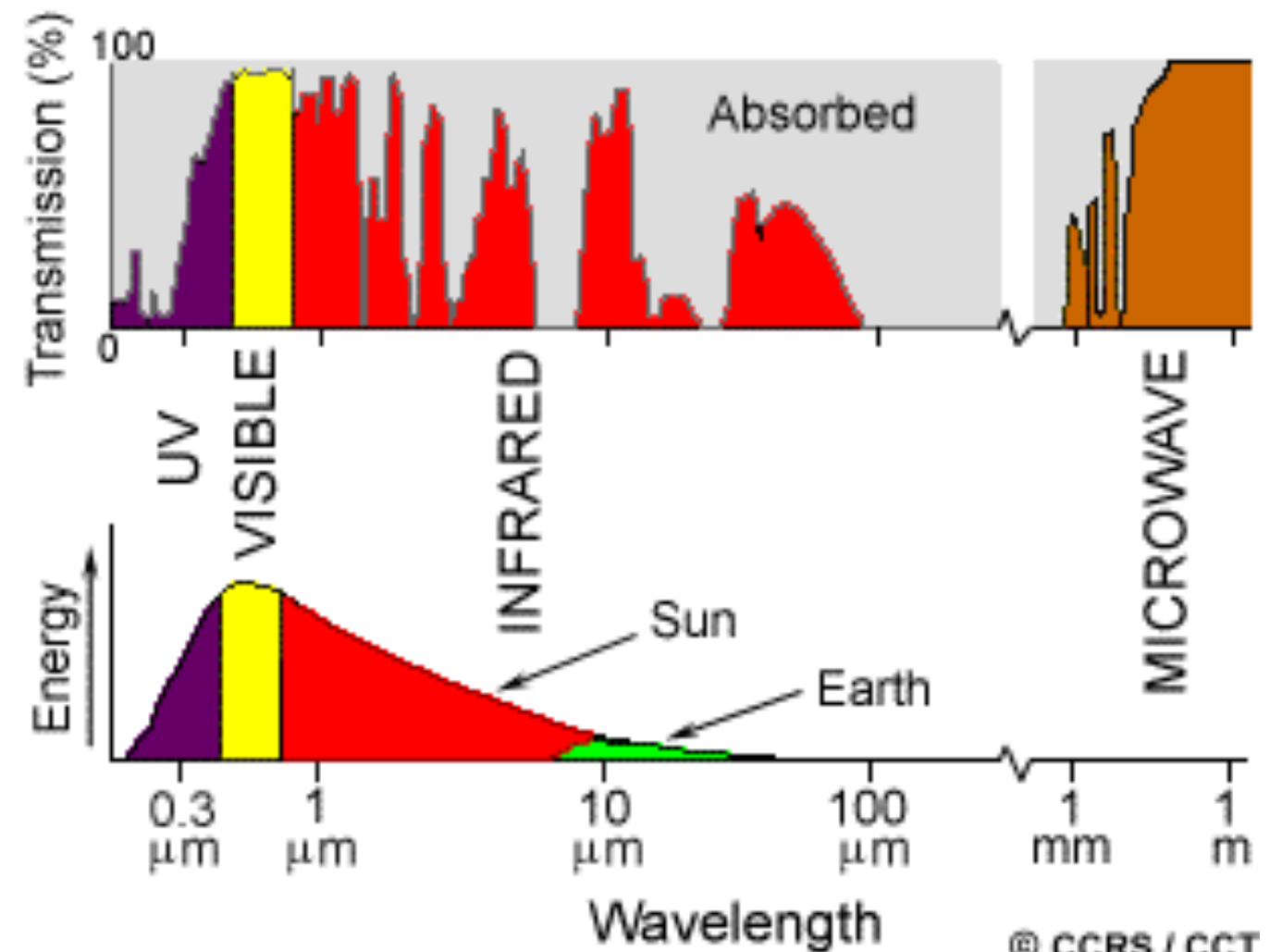
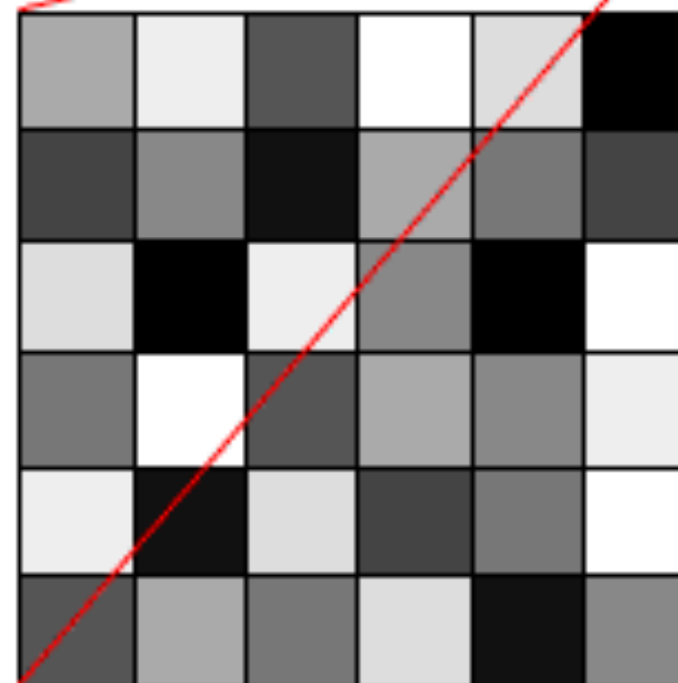


Imagem Digital

- ▶ matriz de pixels (raster)
- ▶ valor do pixel – digital number (DN)
- ▶ radiância no sensor
- ▶ imagem 8bits
 - ▶ $2^8=256$ (0-255)
 - ▶ 256 tons de cinza
 - ▶ 0 = preto
 - ▶ 255 = branco

© CCRS / CCT



170	238	85	255	221	0
68	136	17	170	119	68
221	0	238	136	0	255
119	255	85	170	136	238
238	17	221	68	119	255
85	170	119	221	17	136

Imagens Multiespectrais

- ▶ Sensores captam diferentes faixas do espectro
- ▶ Cada faixa é armazenada em uma **banda**
- ▶ Cada banda é representada em tons de cinza
- ▶ A fusão das bandas gera a imagem colorida
- ▶ pixel = picture element

ImageM RGB



banda R



Banda G



Banda B



Tipos de Sensores

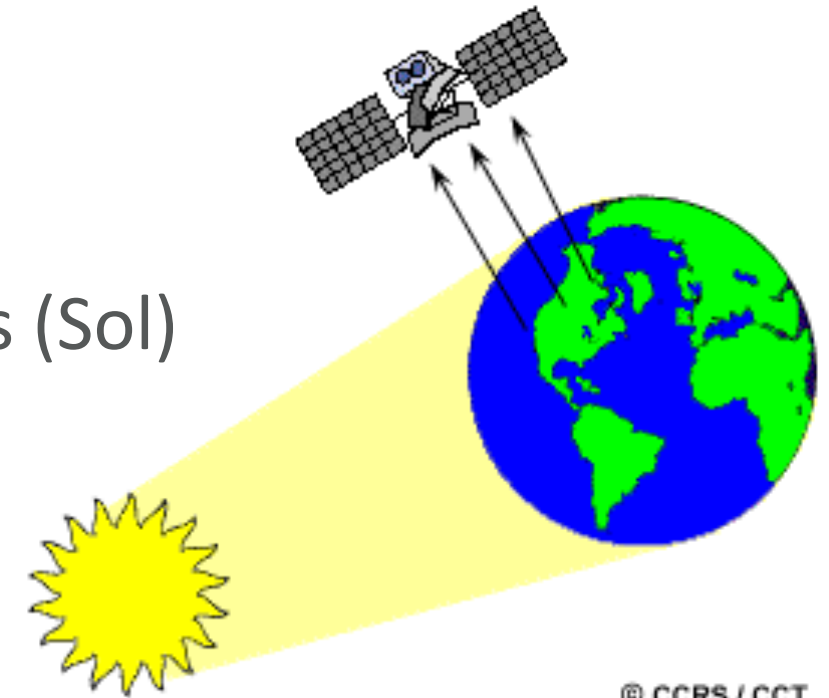
- ▶ **Fotográficos**
 - ▶ imagem é capturada de uma só vez
- ▶ **Não-fotográficos**
 - ▶ imagem capturada pixel a pixel (scanner)



Tipos de Sensores

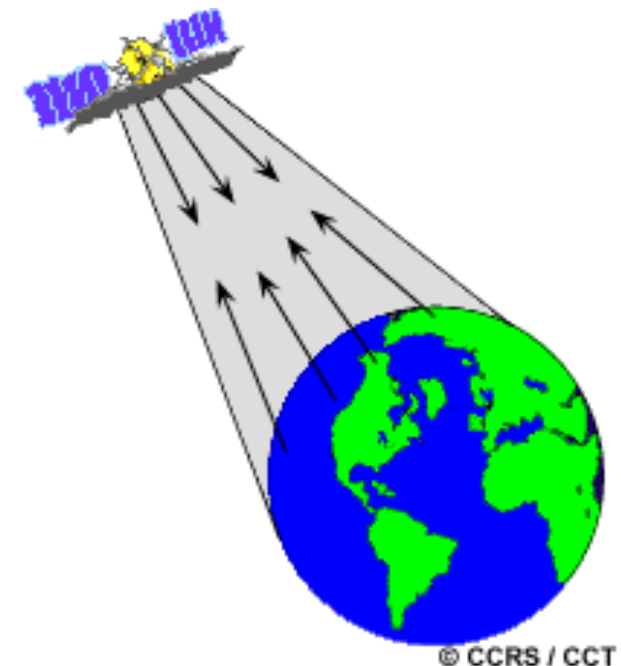
▶ Sensores Passivos

- ▶ registram energia refletida por fontes naturais (Sol)
- ▶ maioria



▶ Sensores Ativos

- ▶ emitem sua própria energia e registram o sinal refletido
- ▶ RADAR, LiDAR
- ▶ podem ser usados à noite



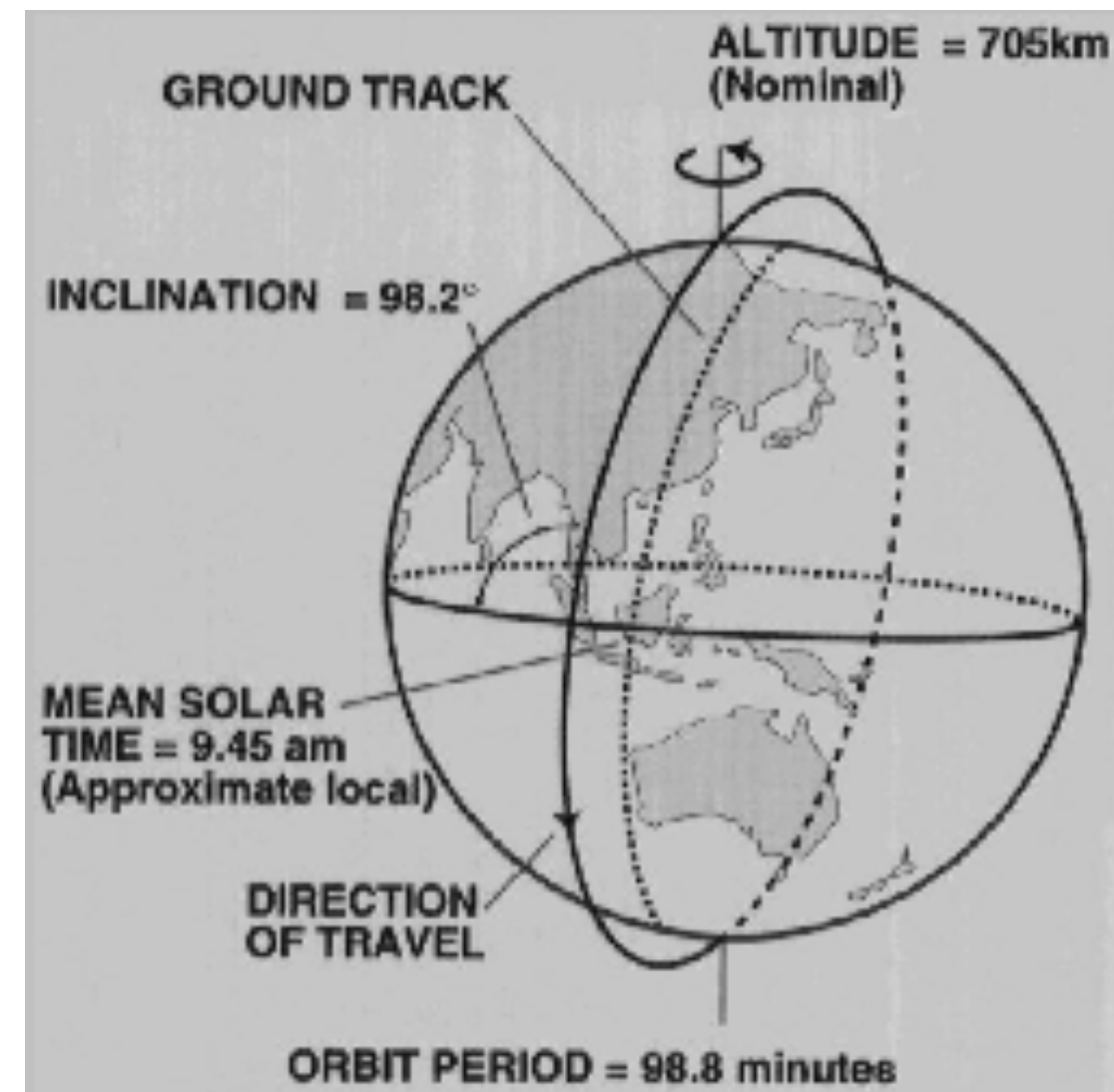
Tipos de Sensores

- ▶ Terrestre
- ▶ Aeroportado
- ▶ Orbital (Satélite, Ônibus espacial, OVNI...)

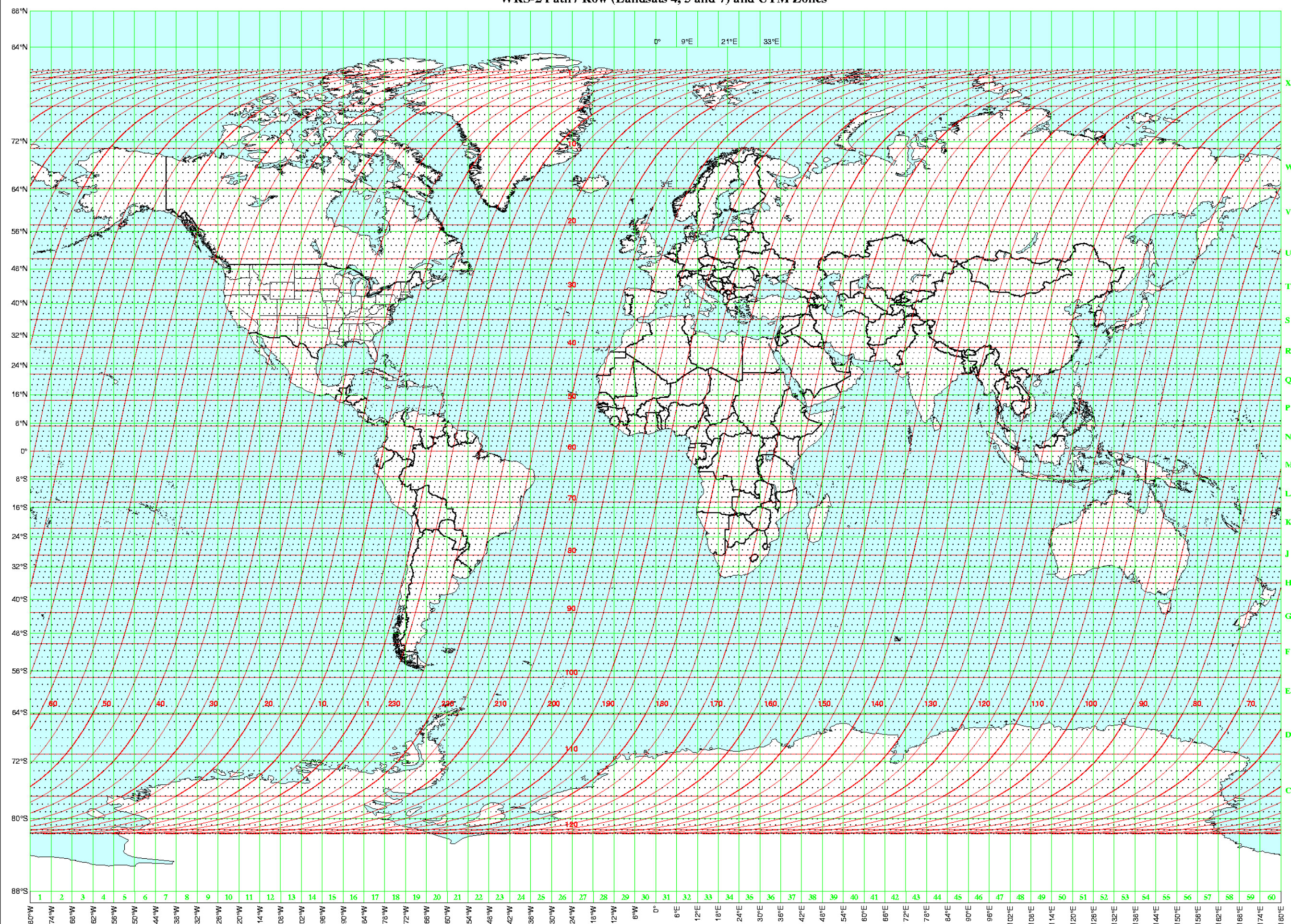


Satélites

- ▶ Órbita – altitude da órbita determina campo de visão e período de revisita
- ▶ Geoestacionários - 36.000km altitude
- ▶ Heliossincrônicos - órbita acompanha horário local do sol
- ▶ órbitas:
 - ▶ descendente – dia
 - ▶ ascendente – noite
- ▶ Worldwide Reference System 2 (WRS2)



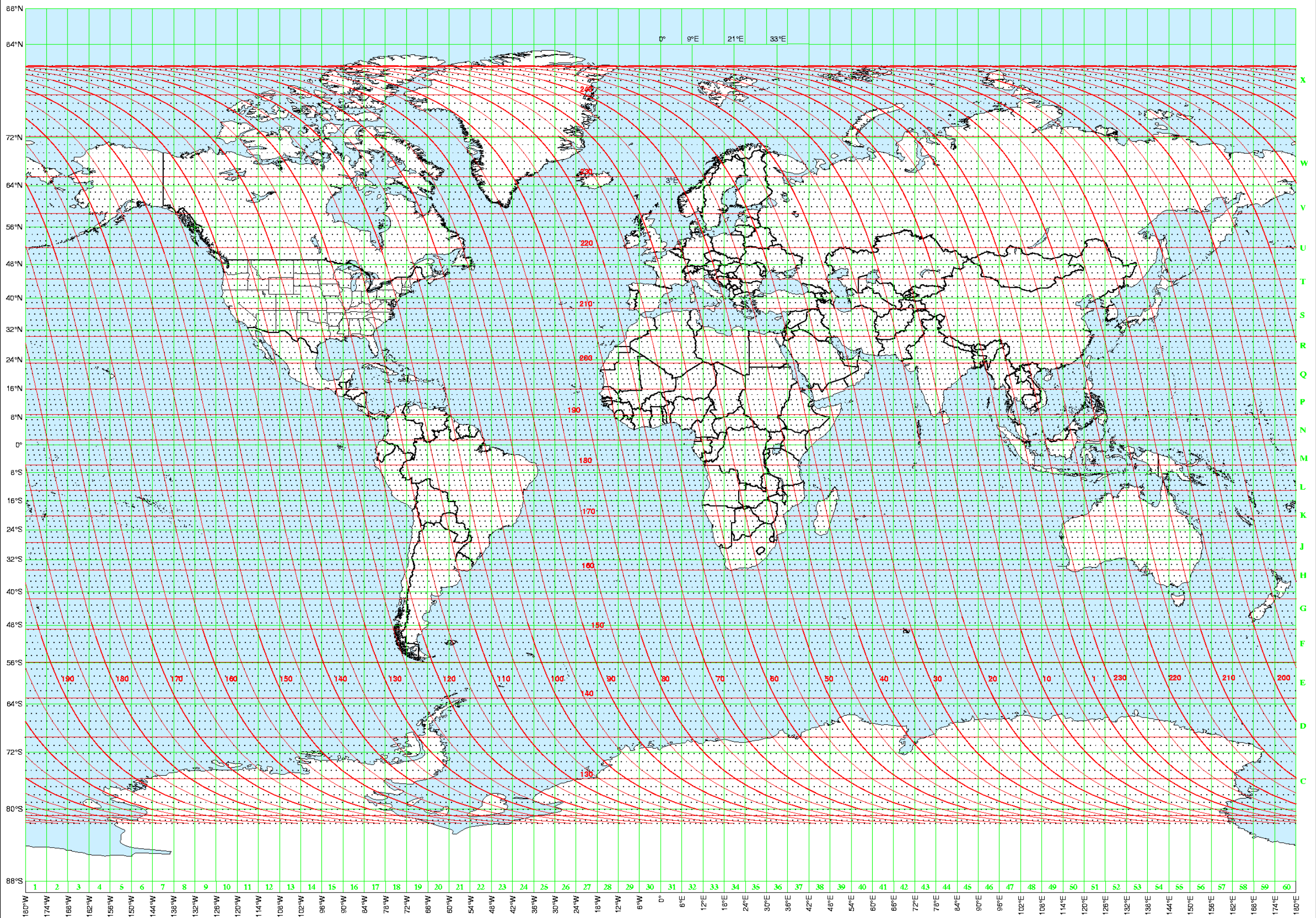
WRS-2 Path / Row (Landsats 4, 5 and 7) and UTM Zones



WRS-2 Path / Row ——— Black dots --- Intermediate Path / Row
UTM Zones ——— Miller cylindrical projection

U.S. Geological Survey
National Mapping Division
EROS Data Center
Sioux Falls, SD

WRS-2 Night-time Ascending Path / Row (Landsats 4, 5 and 7) and UTM Zones



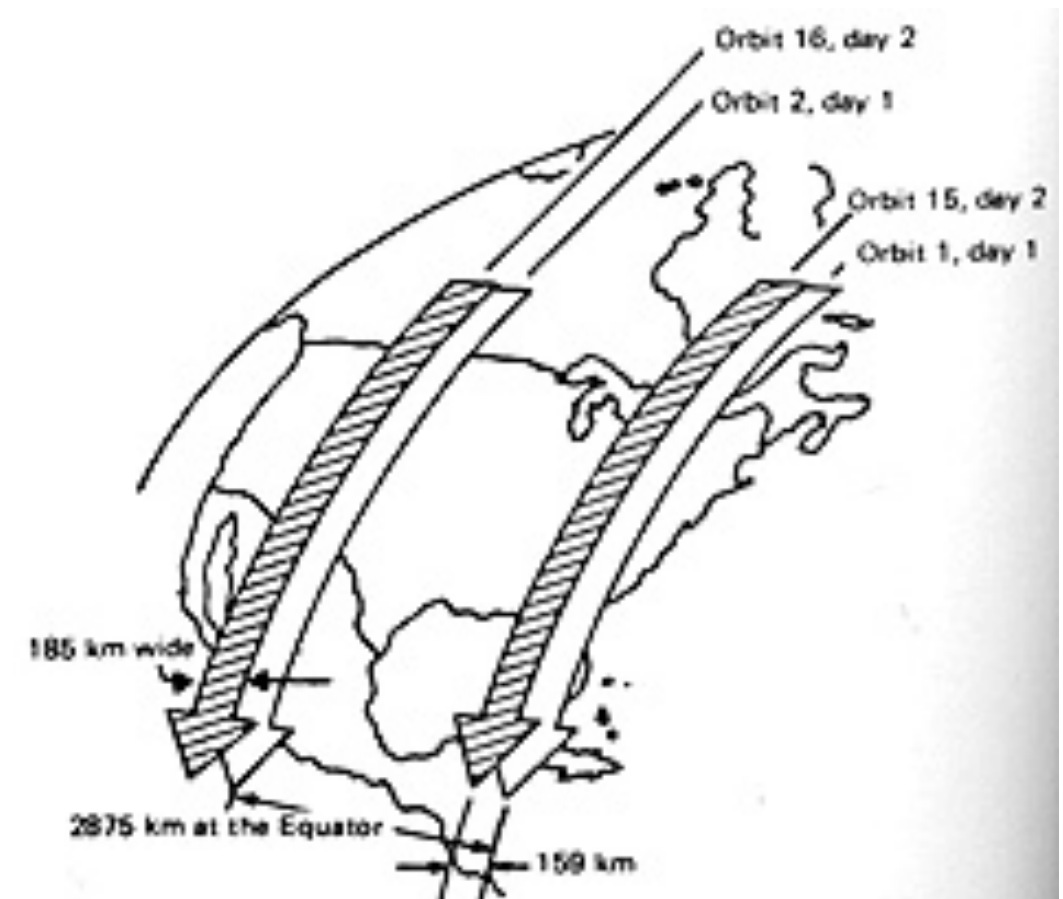
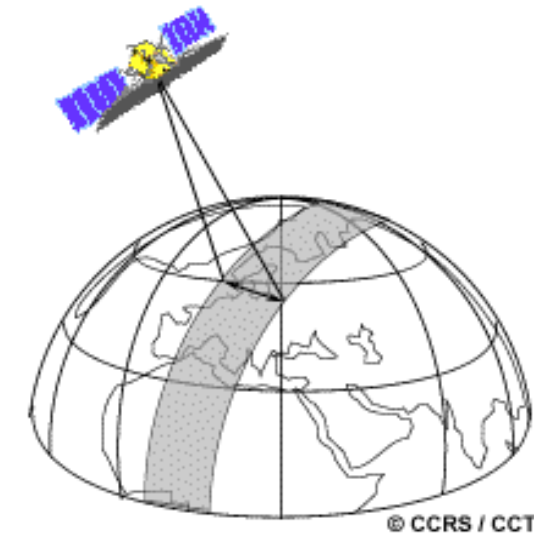
sciences for a changing world

WRS-2 Path / Row ———
UTM Zones ———
Black dots --- Intermediate Path / Row
Miller cylindrical projection

U.S. Geological Survey
National Mapping Division
EROS Data Center
Slouss Falls, SD

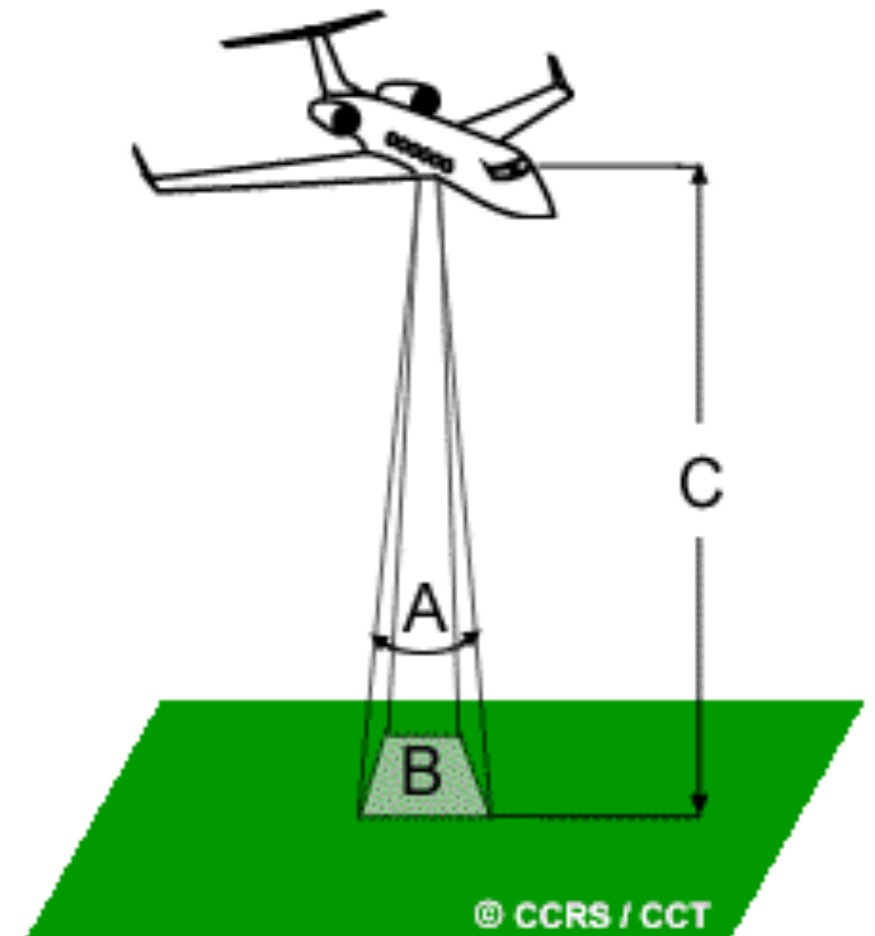
Satélites

- ▶ swath - faixa imageada
- ▶ largura de dezenas a centenas de km
- ▶ período de revisita:
- ▶ tempo para imagear a mesma área (nadir) duas vezes
- ▶ overlap – área próximas dos pólos são imageadas mais frequentemente



Resoluções

- ▶ **Resolução espacial** – determina o tamanho do menor objeto que podemos reconhecer em uma imagem (tamanho do pixel)
- ▶ IFOV (Instantaneous Field Of View) – cone de visibilidade do sensor
- ▶ Altitude do sensor
- ▶ $B=C*A$



Resoluções

► Resolução espacial



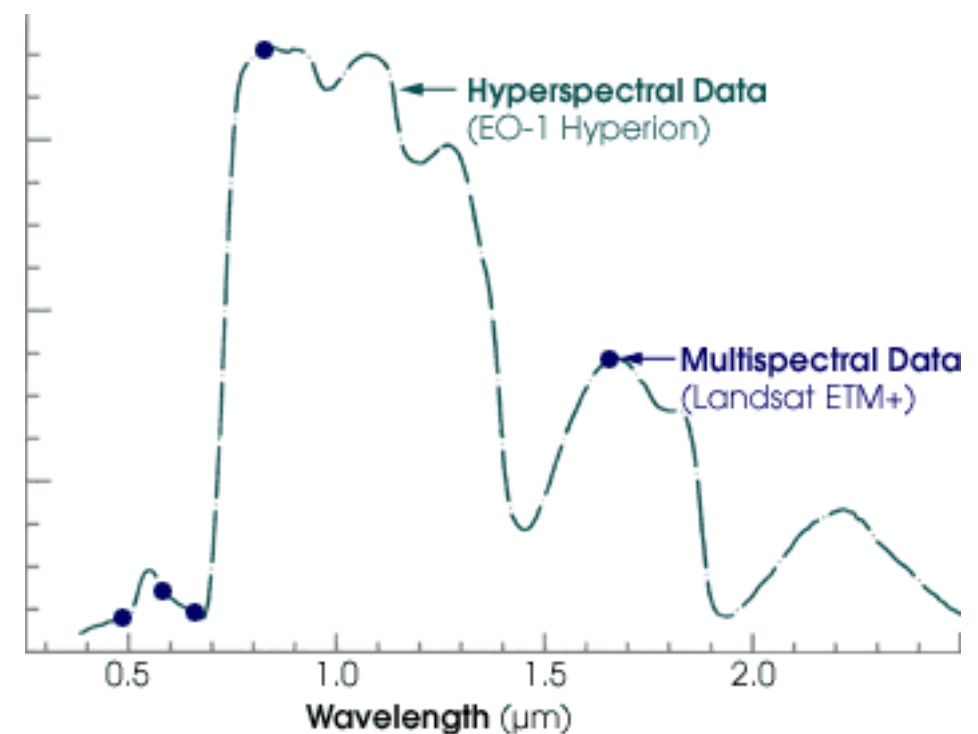
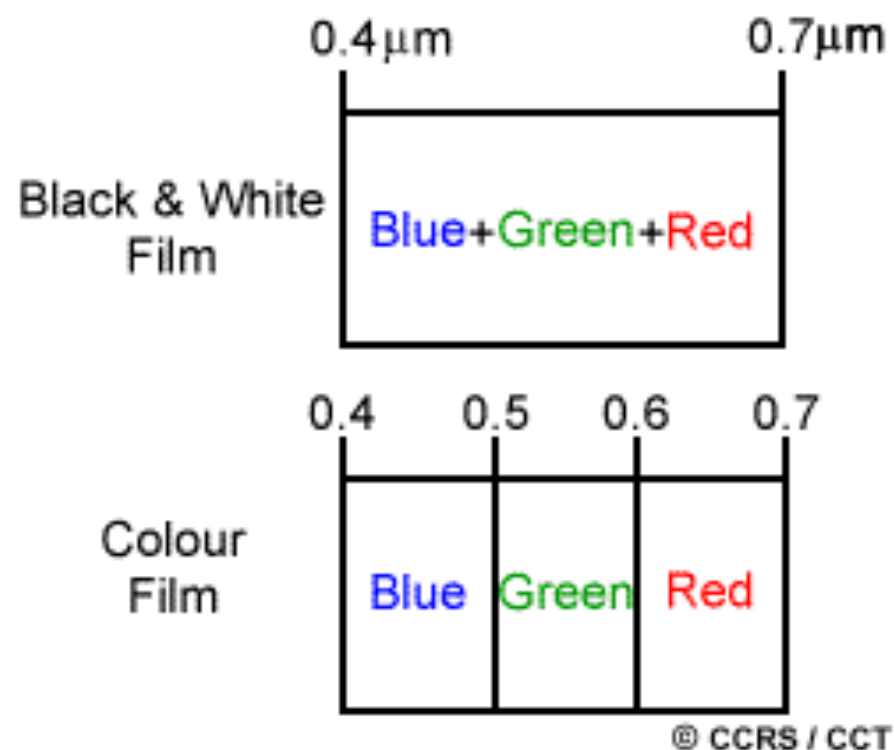
baixa



alta

Resoluções

- ▶ **Resolução espectral** - Capacidade do sensor em separar faixas no espectro EM
- ▶ Sensores Multiespectrais – 3...20 bandas
- ▶ Sensores Hiperespectrais – centenas !!



Resoluções

- ▶ **Resolução radiométrica** - Capacidade do sensor em diferenciar variação na intensidade de energia

2 bits
4 tons de cinza

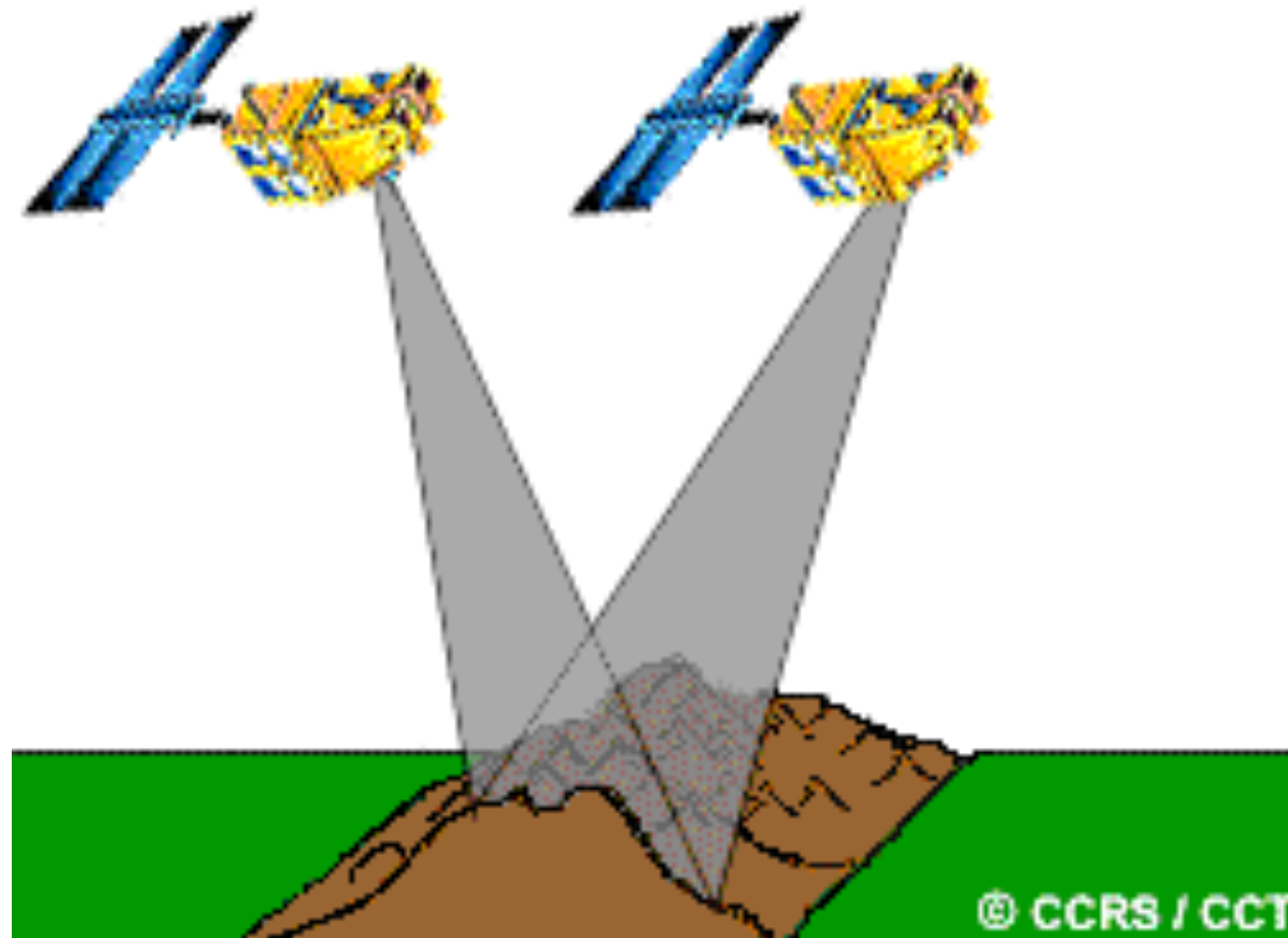


8 bits
256 tons de cinza



Resoluções

- ▶ **Resolução temporal** - Período de revisita
 - ▶ varia com a latitude, sobreposição entre faixas adjacentes e capacidade do sensor em *off-nadir*

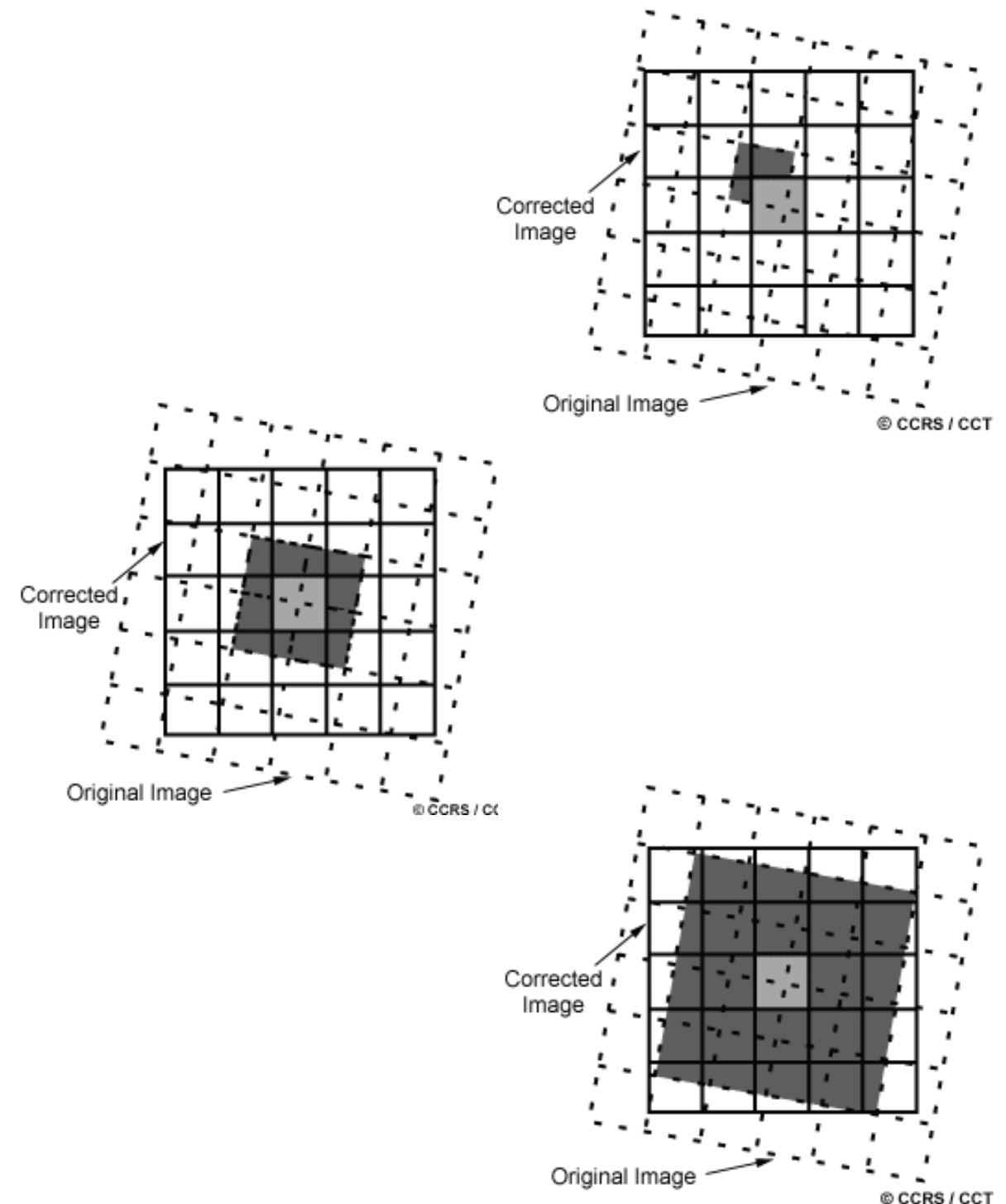


Operações em SR

- ▶ **Pré-Processamento**
 - ▶ **Conversão radiância-reflectância**
 - ▶ **Correção Atmosférica**
- ▶ **Registro**
- ▶ **Realce**
- ▶ **Filtragem**
- ▶ **Composições**
 - ▶ **RBG**
 - ▶ **IHS**

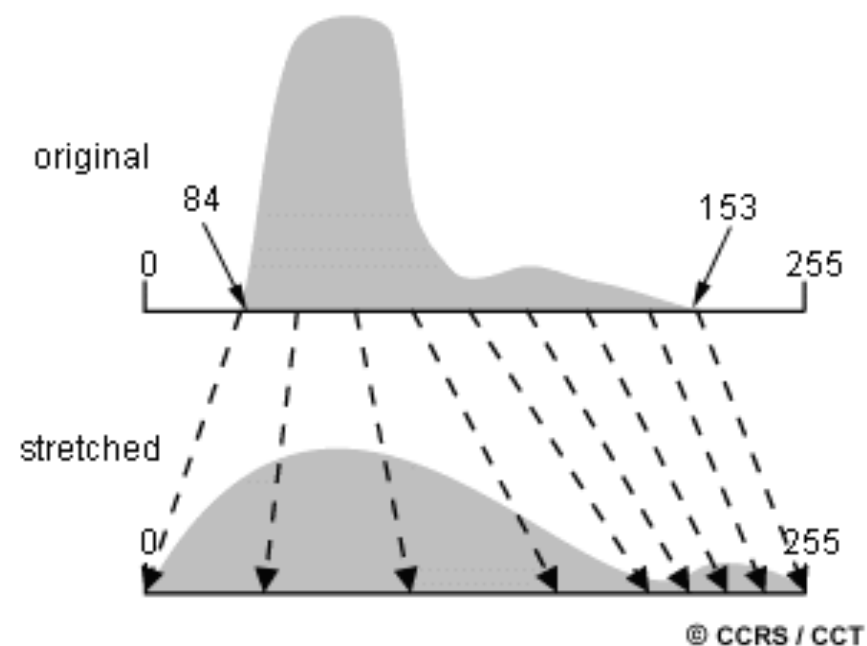
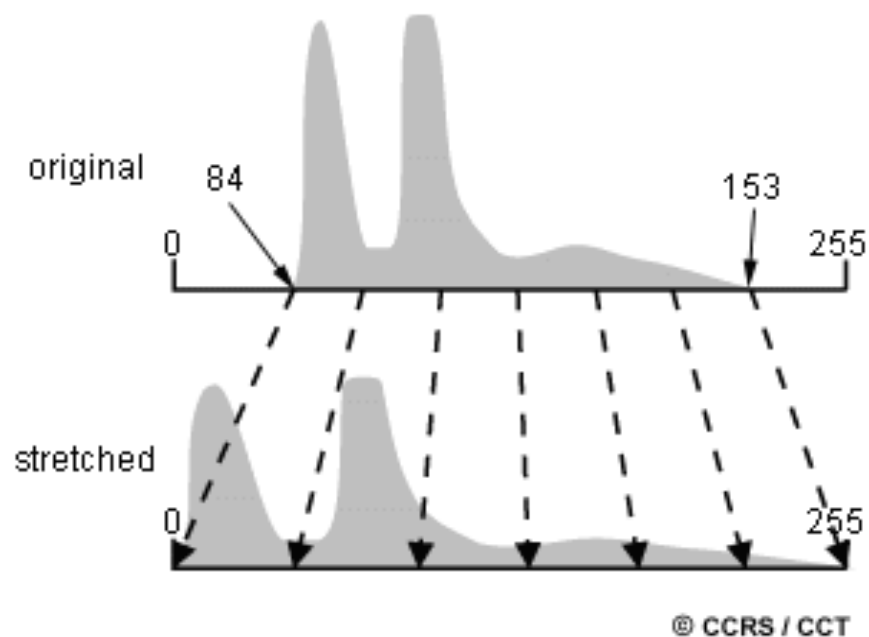
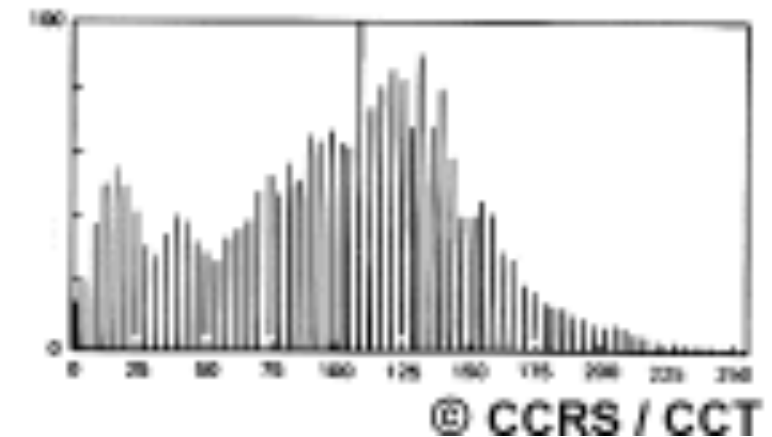
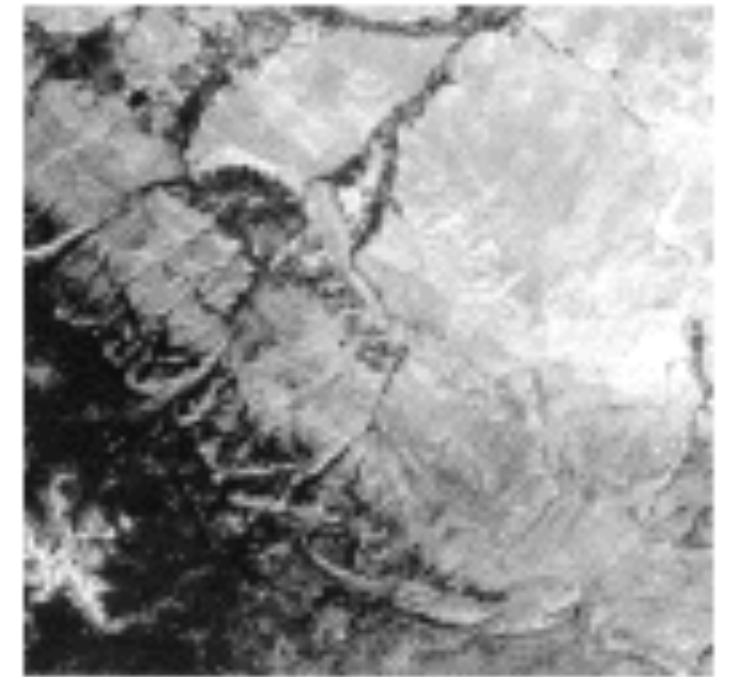
Operações em SR

- ▶ **Registro** (Georreferenciamento)
- ▶ Correção geométrica
- ▶ Projeção cartográfica
- ▶ Ground Control Points (GCPs)
- ▶ image-to-map / image-to-image
- ▶ Vizinho mais próximo
- ▶ Interpolação bilinear
- ▶ Convolução cúbica



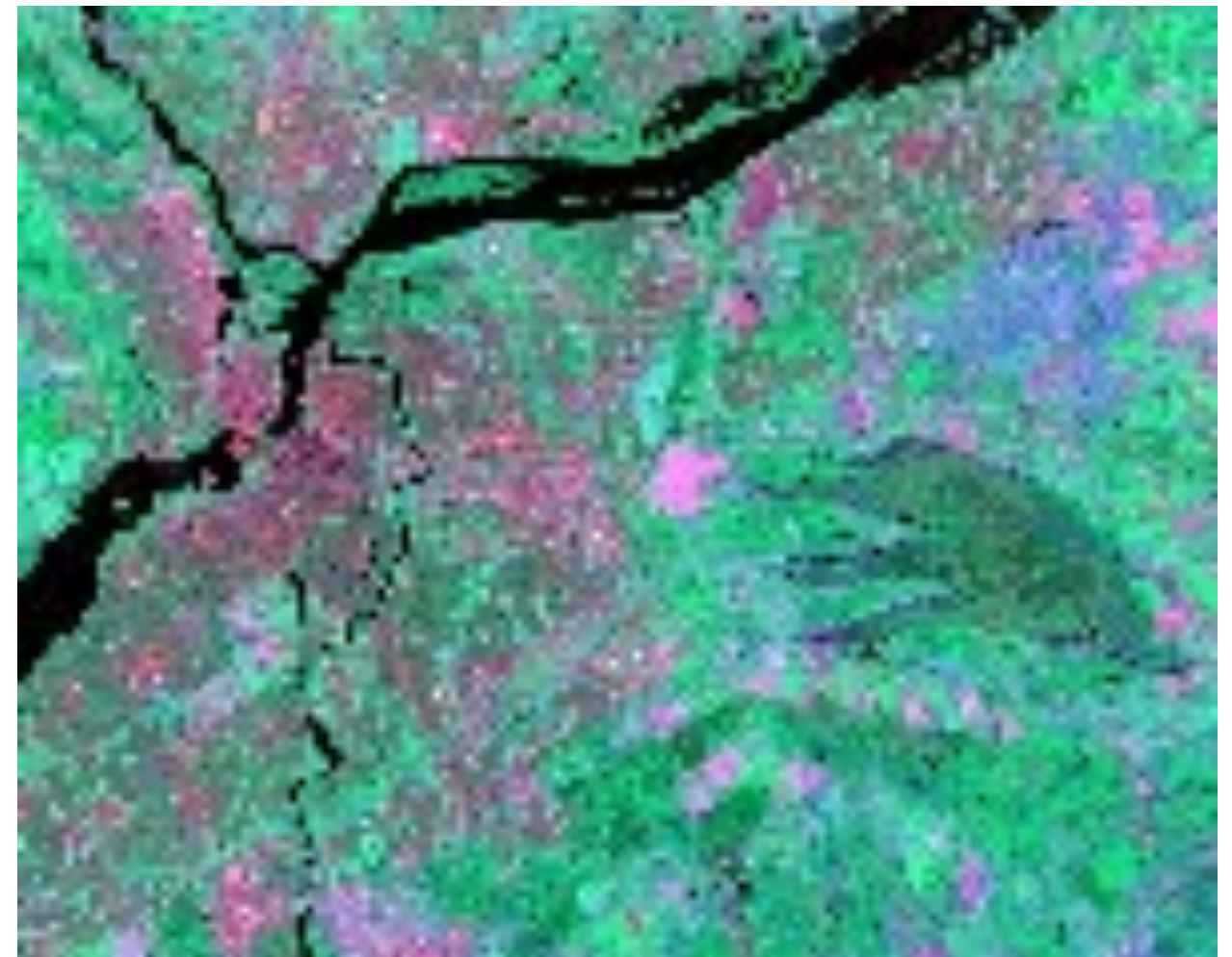
Operações em SR

- ▶ **Realce**
- ▶ Histograma – representação dos DN's
- ▶ Função de transferência de contraste (stretch)
 - ▶ linear
 - ▶ equalizada



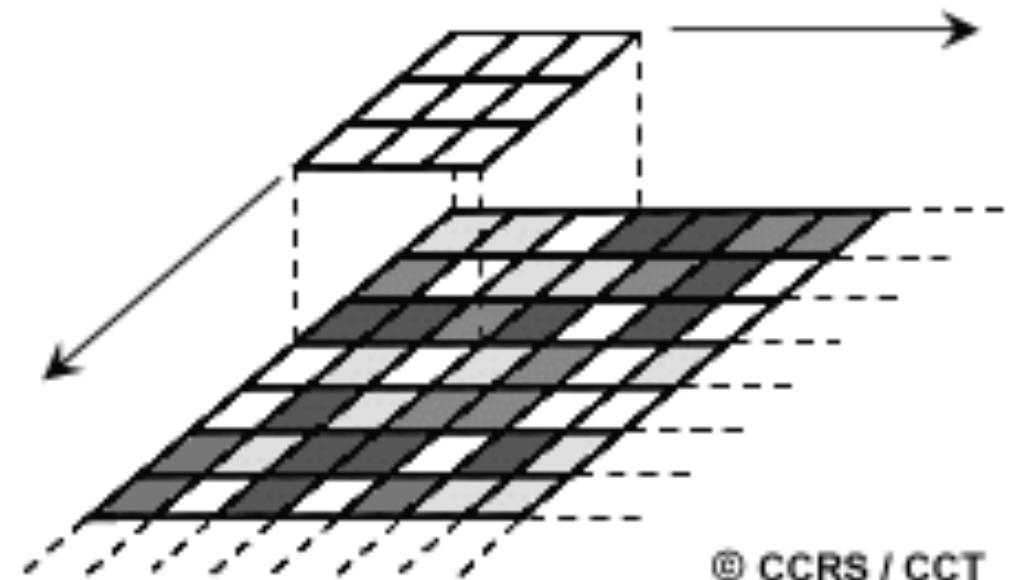
Operações em SR

- ▶ Realce Linear



Operações em SR

- ▶ **Filtragem espacial** - Janela móvel (3x3, 5x5...)
- ▶ Freqüência espacial
 - ▶ alta freqüência: rodovias, bordas
 - ▶ baixa freqüência: áreas homogêneas
- ▶ Passa-baixas: média, moda
- ▶ Passa-altas: laplacianos
- ▶ Direcionais



Operações em SR

► Filtro de média (passa-baixas)

2 5	2 7	3 2	2 0	2 1	1 9	2 4
2 3	2 7	1 9	2 5	2 2	1 8	2 5
2 7	2 6	2 4	2 6	2 2	2 2	2 6
2 3	2 5	2 8	3 0	2 7	2 5	2 7
1 9	2 2	2 8	3 2	2 9	2 7	2 5
1 7	1 9	2 5	2 7	3 0	3 1	2 2
2 0	2 1	2 5	2 3	2 1	1 9	1 7

Imagem original

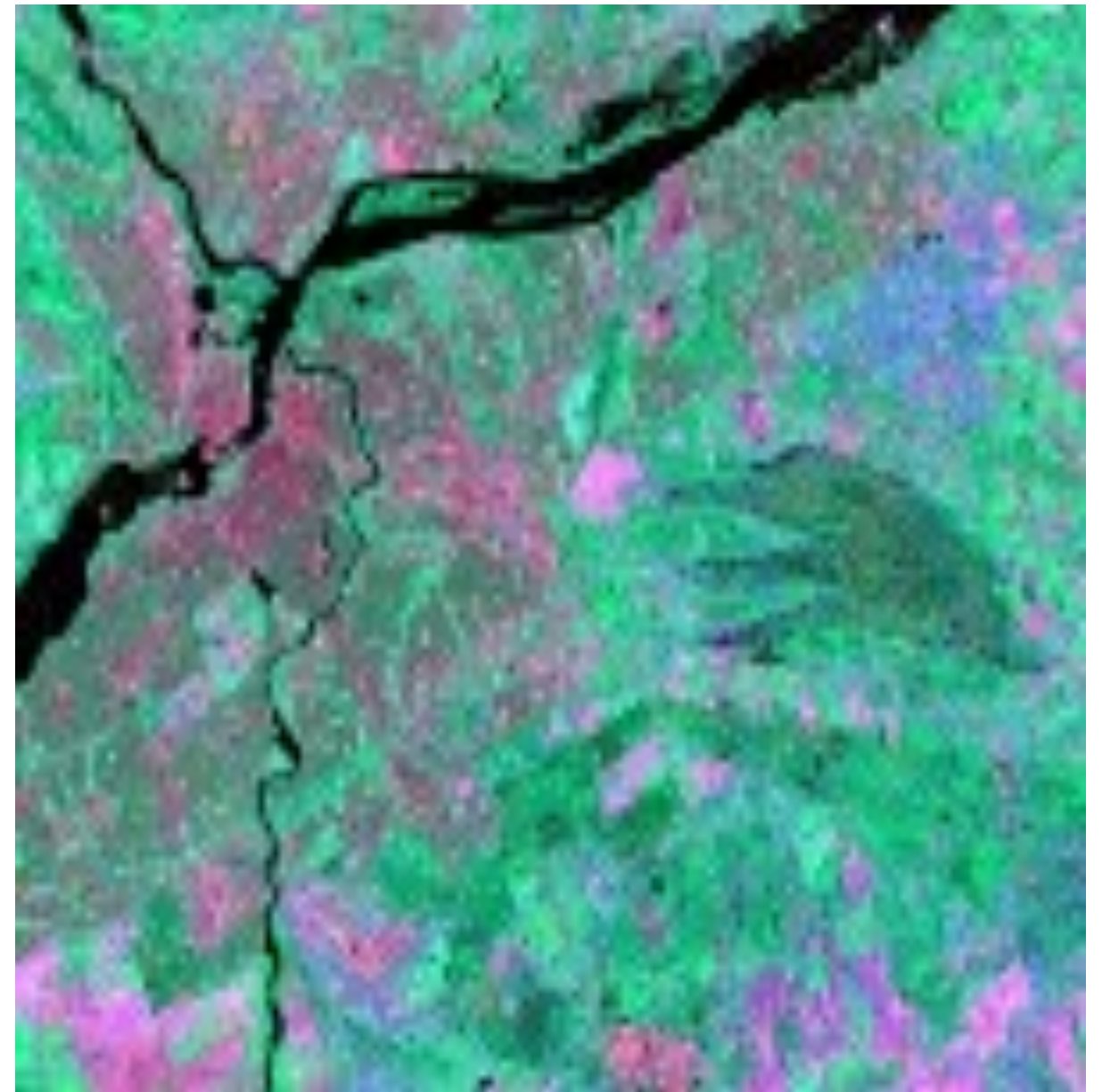
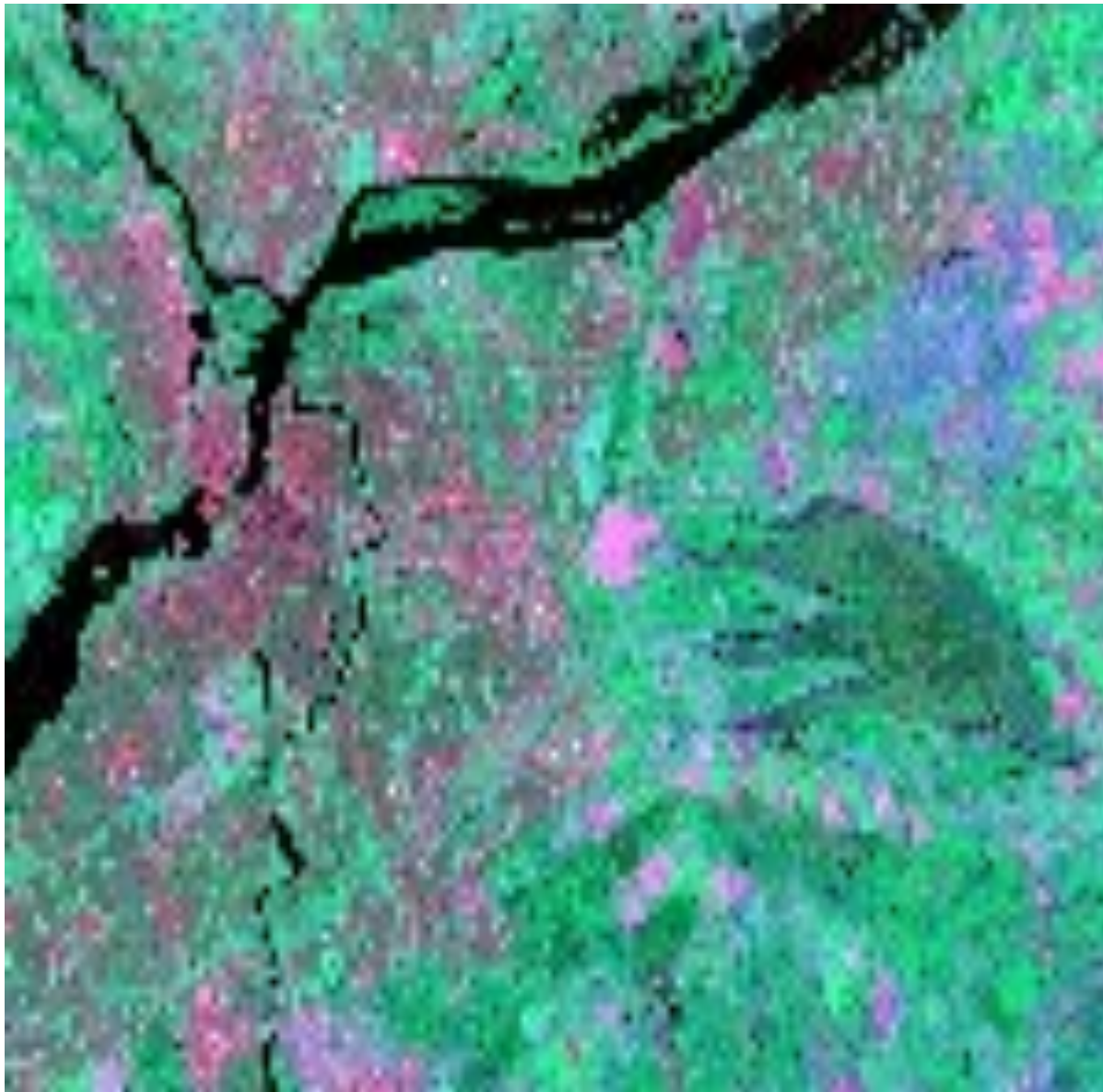
	2 6	2 5	2 3	2 2	2 2	
	2 5	2 6	2 5	2 4	2 6	
	2 5	2 7	2 7	2 7	2 6	
	2 3	2 6	2 8	2 9	2 7	
	2 2	2 5	2 7	2 7	2 5	

Imagem filtrada

$$\text{Pixel central} = 1/9 \begin{bmatrix} 24 + 26 + 22 \\ + 28 + 30 + 27 \\ + 28 + 32 + 29 \end{bmatrix} = 27$$

Operações em SR

- ▶ Filtro de média (passa-baixas)



Operações em SR

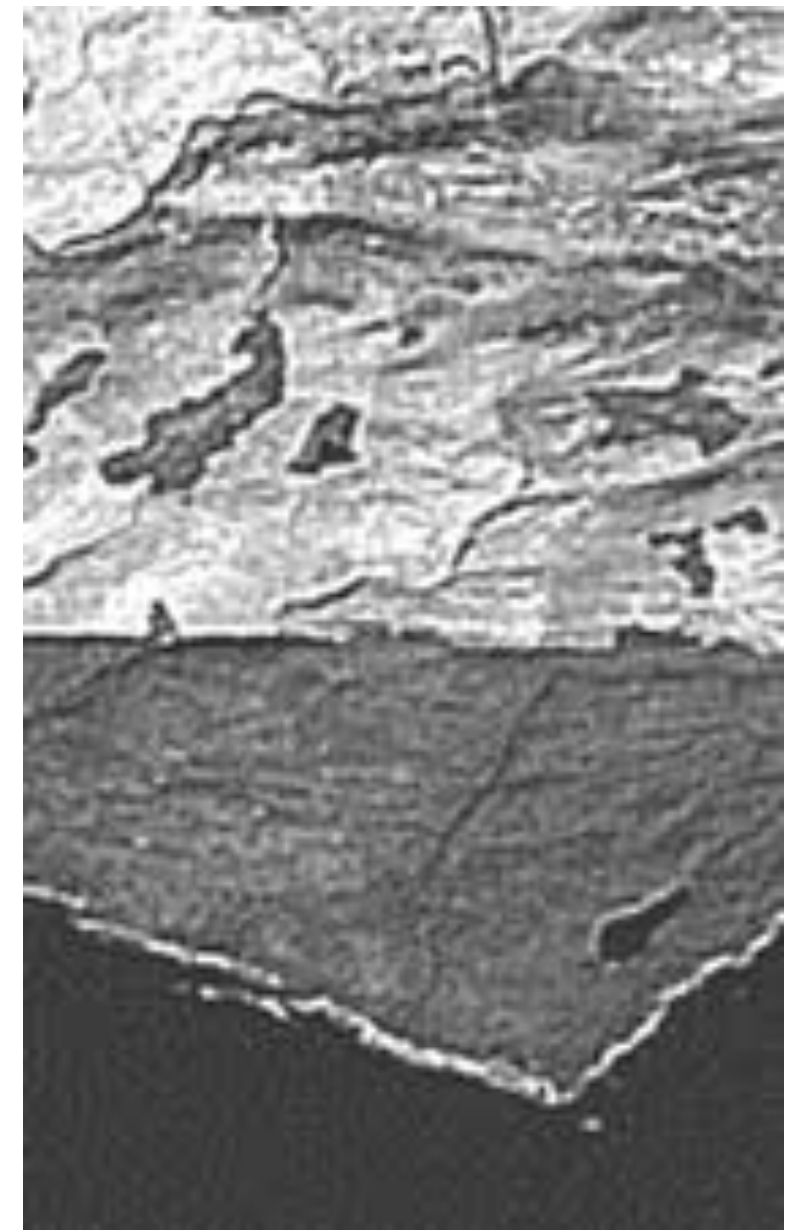
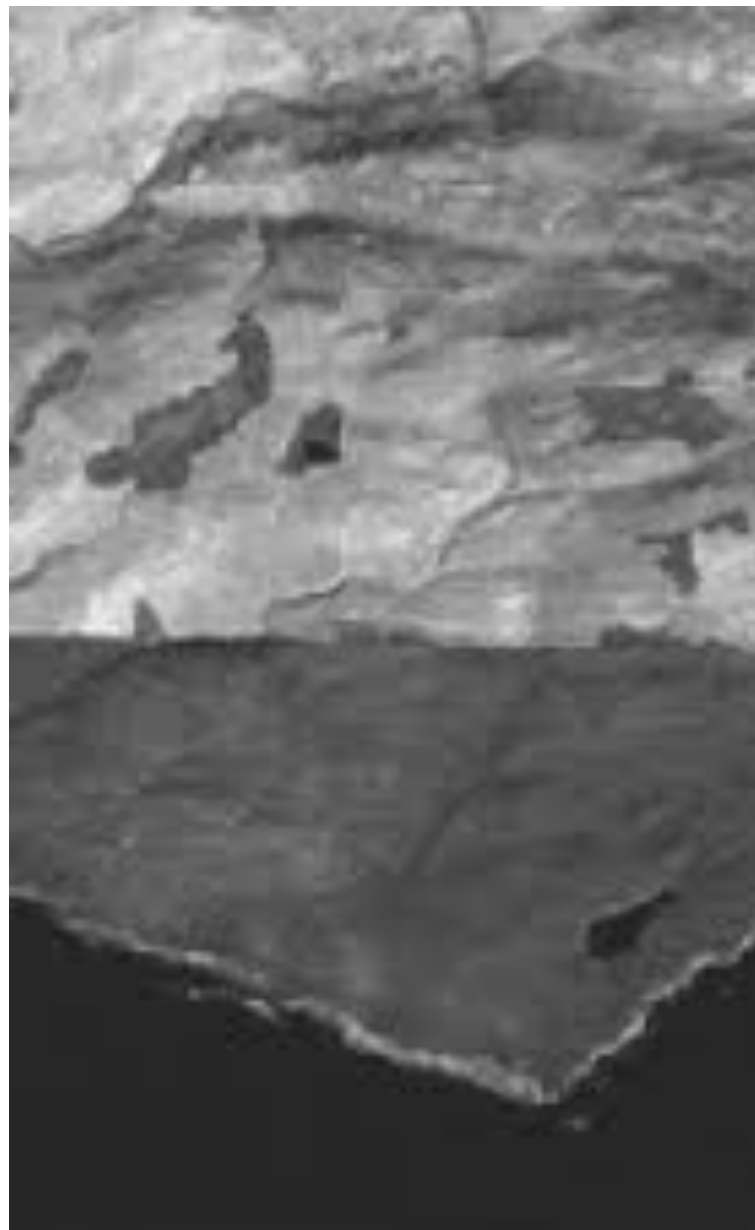
► Filtro passa-altas

Exemplos de filtros Laplacianos:

0	-1	0	-1	-1	-1	1	-2	1
-1	4	-1	-1	8	-1	-2	4	-2
0	-1	0	-1	-1	-1	1	-2	1

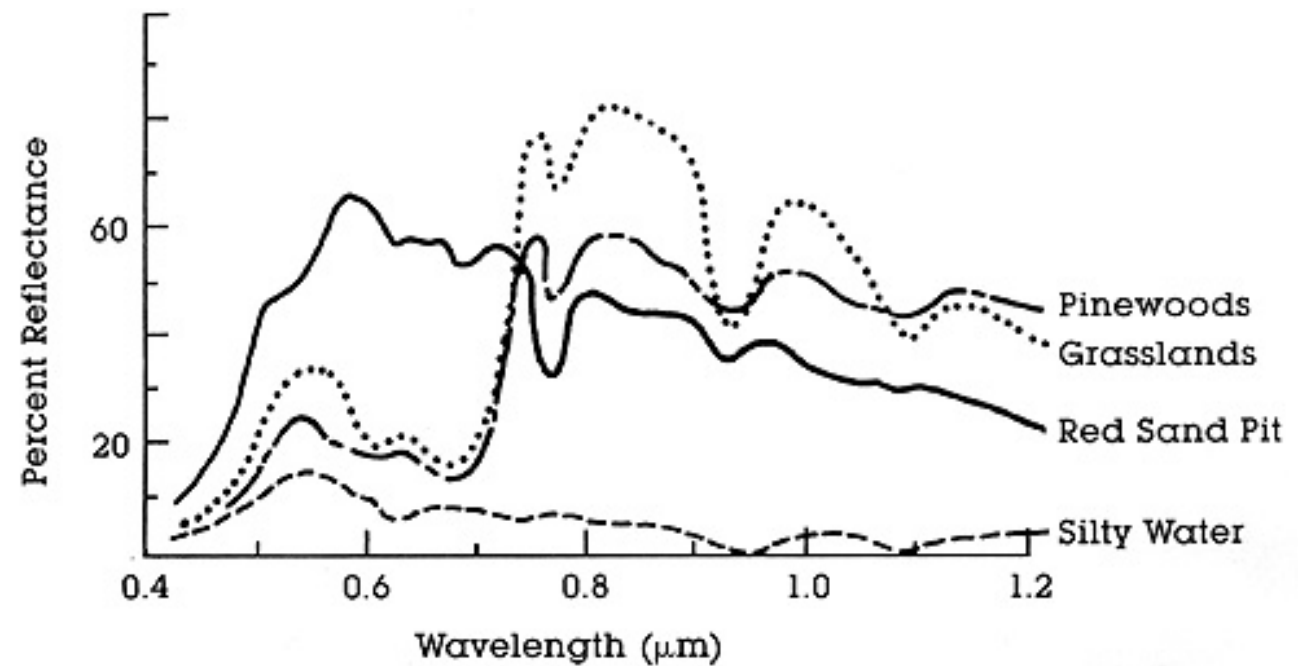
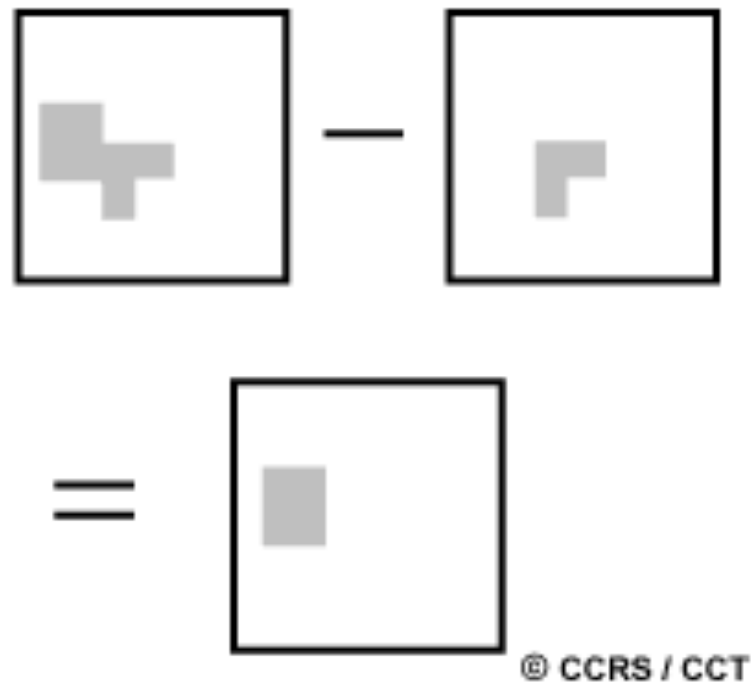
Exemplos de filtros Laplacianos + Original

0	-1	0	-1	-1	-1	1	-2	1
-1	5	-1	-1	9	-1	-2	5	-2
0	-1	0	-1	-1	-1	1	-2	1



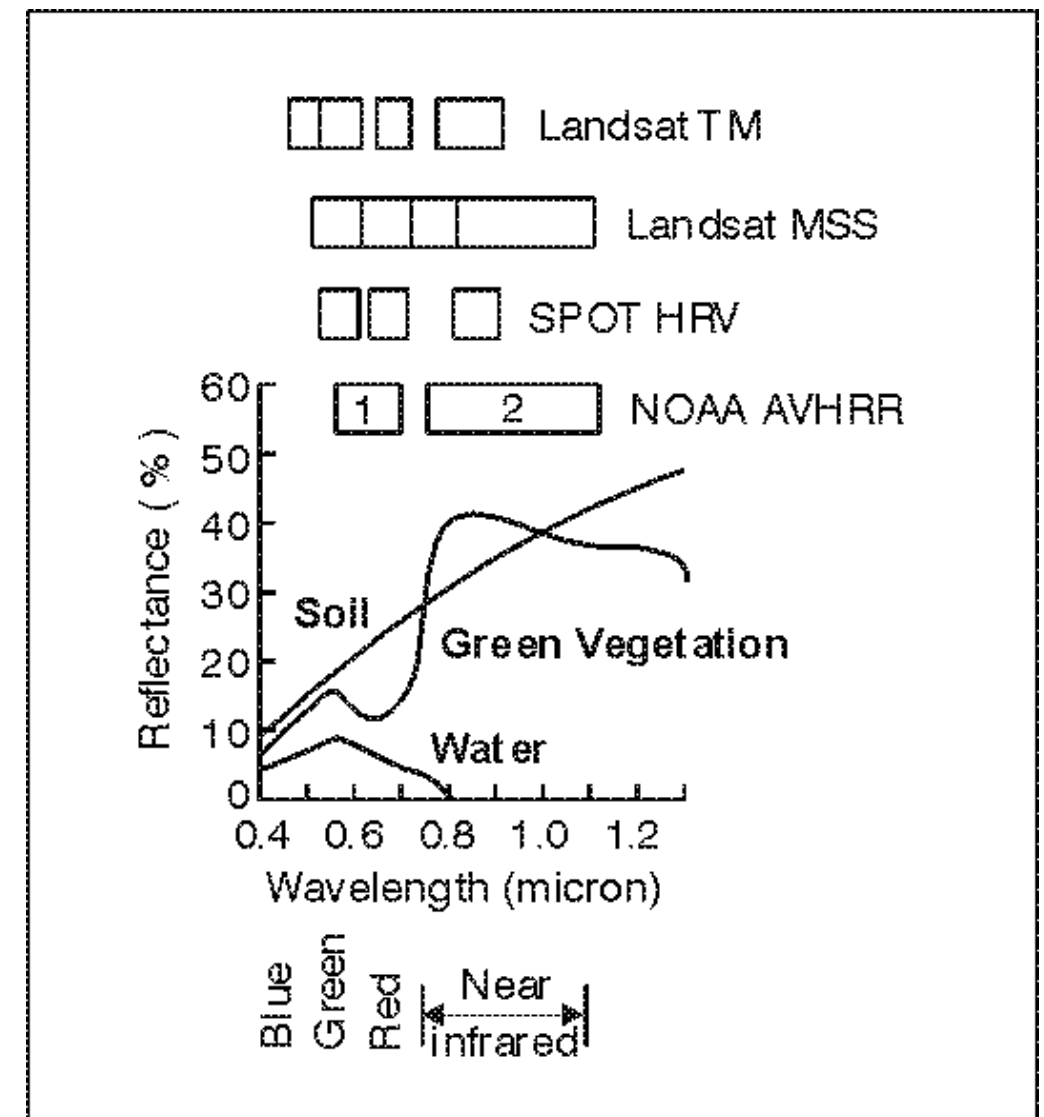
Operações em SR

- ▶ Operações aritméticas
- ▶ Subtração: mais usada em análise temporal
- ▶ Razão: realça diferenças de comportamentos espectrais



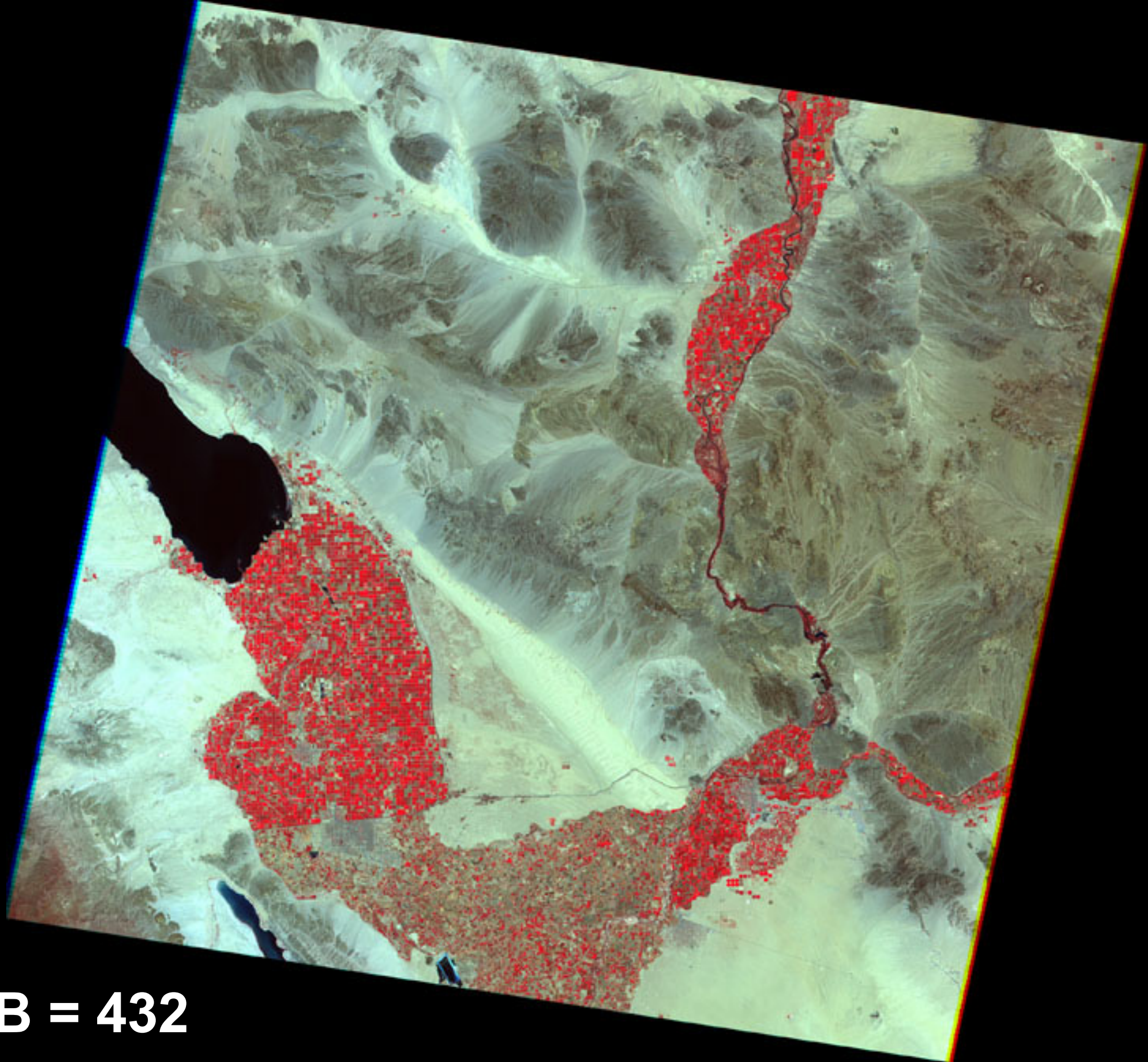
Operações em SR

- ▶ Composições RGB
- ▶ Ressaltar diferentes respostas espectrais
- ▶ feição de interesse: **vermelho**

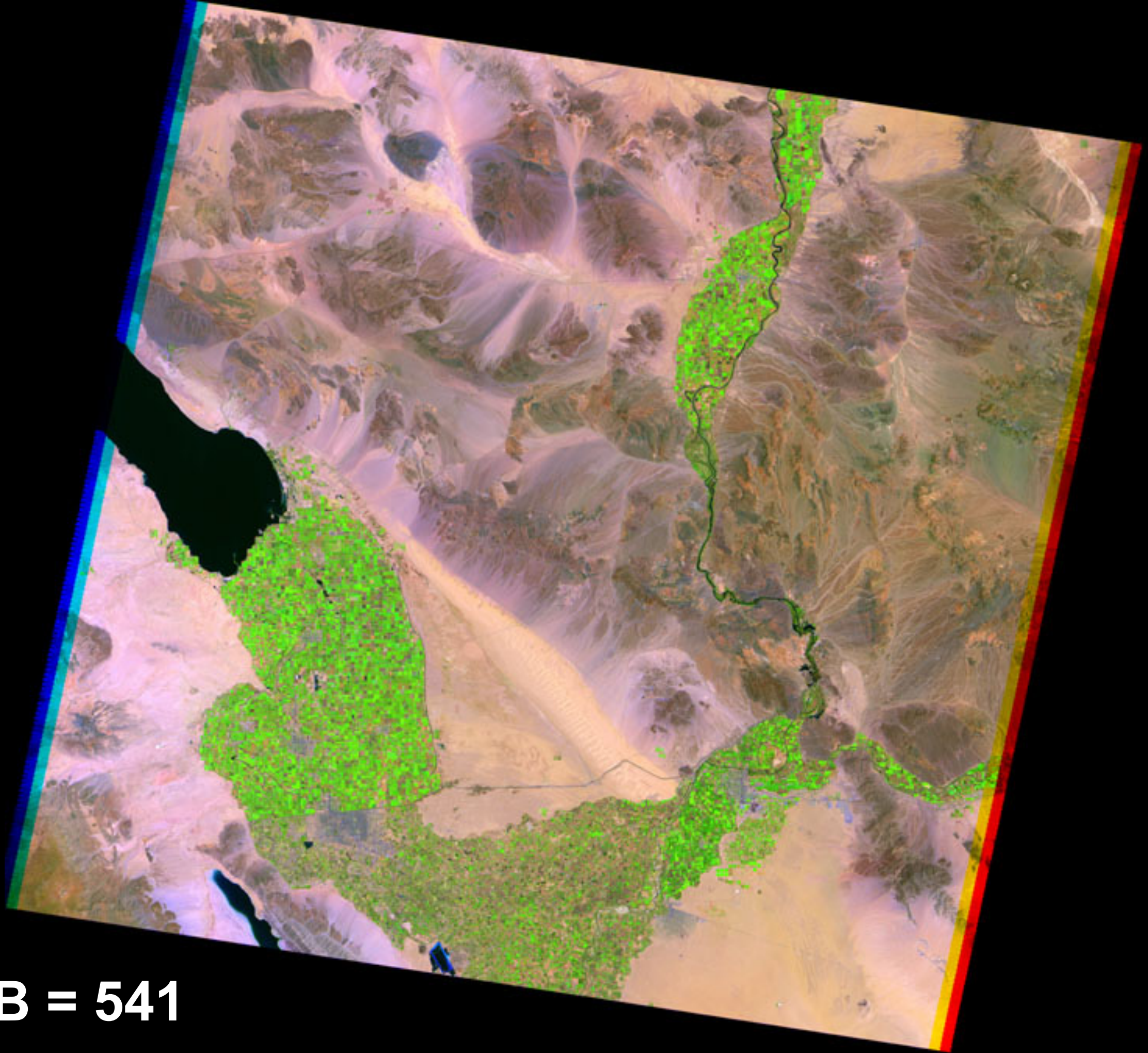




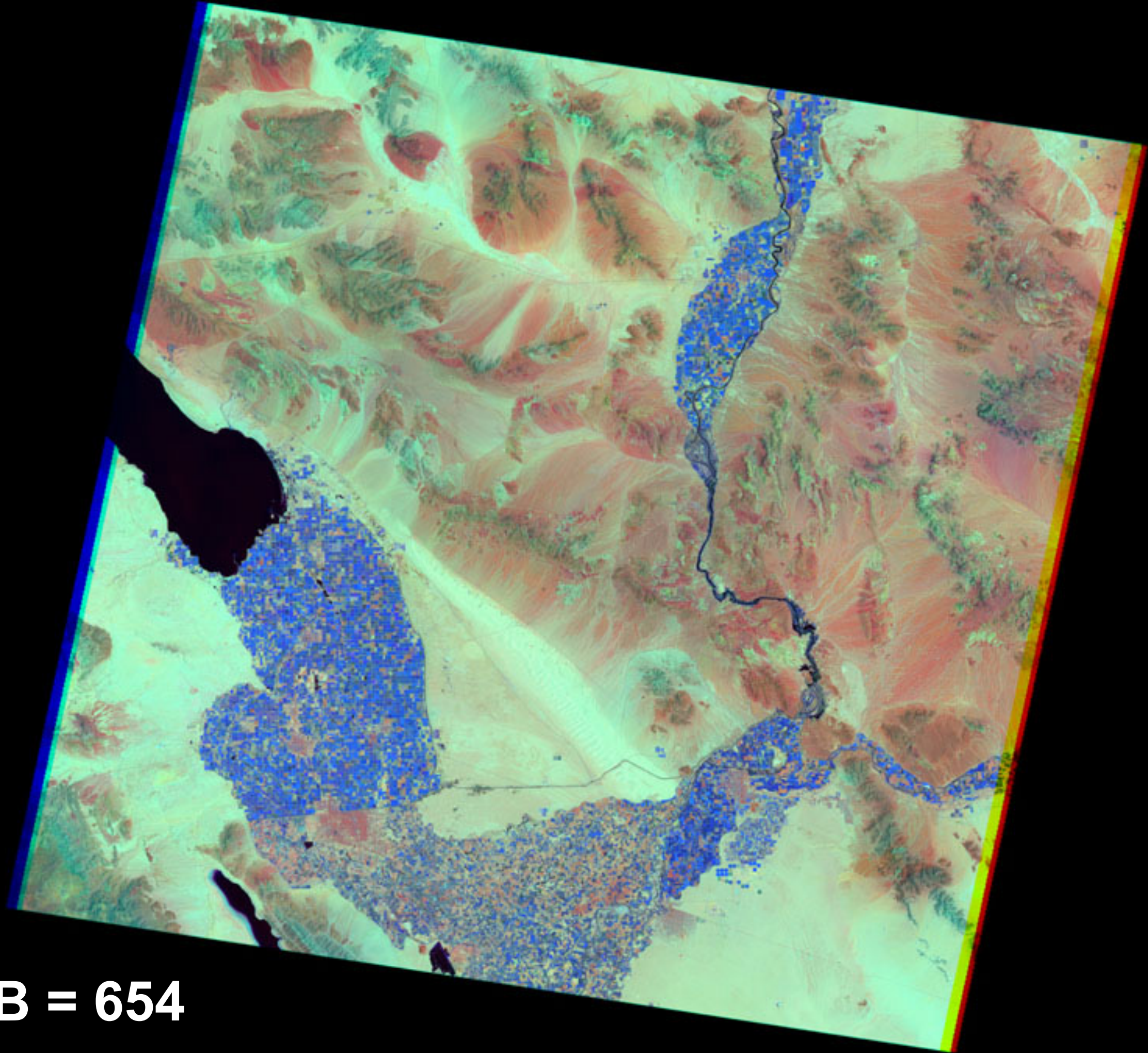
RGB = 321



RGB = 432



RGB = 541



RGB = 654

Operações em SR

▶ Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

▶ $NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$

▶ ETM

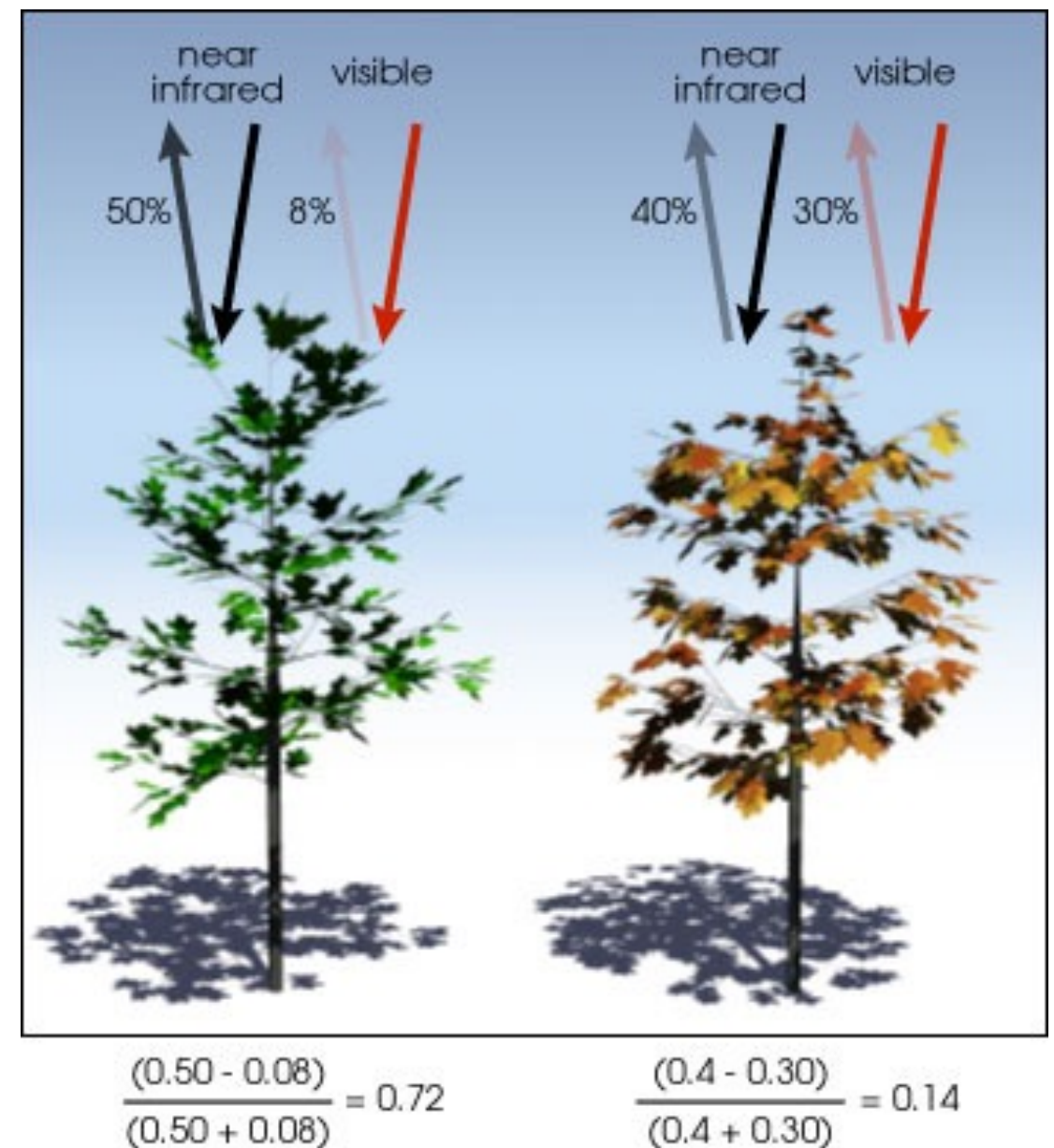
▶ $NDVI = (4 - 3) / (4 + 3)$

▶ AVHRR

▶ $NDVI = (2 - 1) / (2 + 1)$

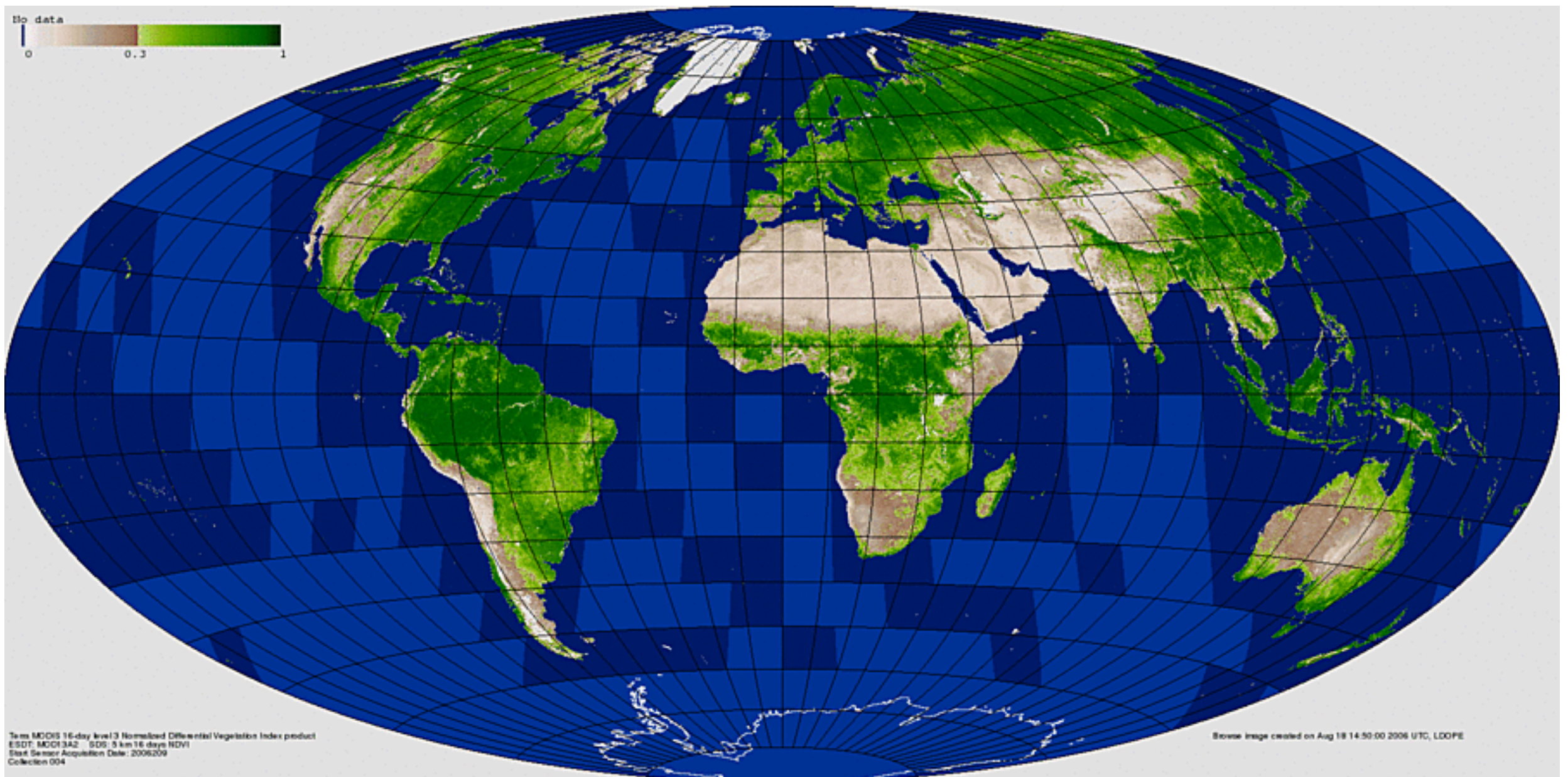
▶ MODIS

▶ $NDVI = (2 - 1) / (2 + 1)$



Operações em SR

▶ Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)



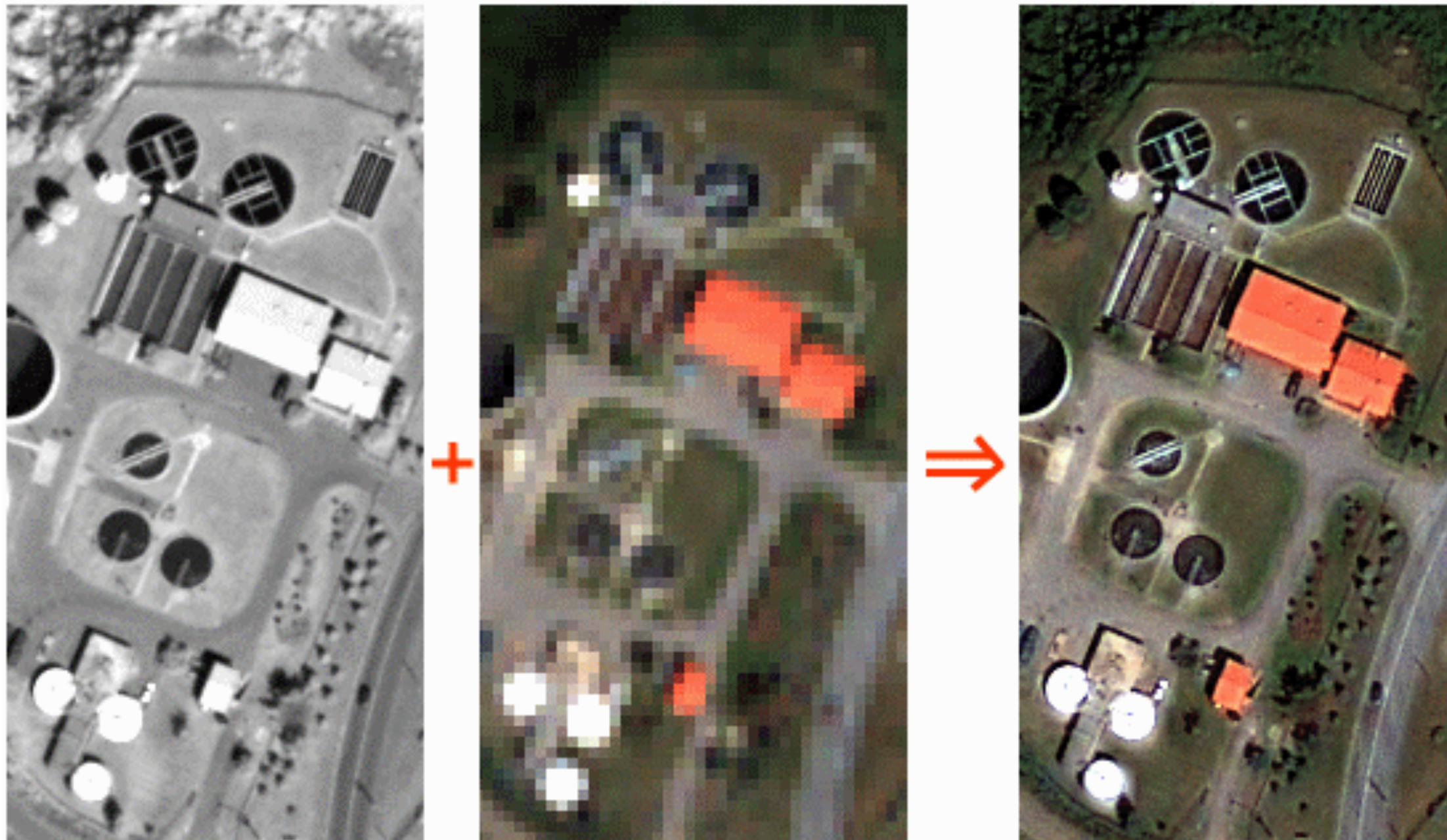
Operações em SR

- ▶ **Composições IHS (ou HSV, HSB..)**
- ▶ Pan-sharpening
- ▶ Adicionar informação textural da banda pan à informação textural das bandas multiespectrais

- ▶ RGB p/ IHS
- ▶ substitui o canal de Intensidade pela banda Pan
- ▶ IHS p/ RGB

Operações em SR

- ▶ Pan-sharpening



Operações em SR

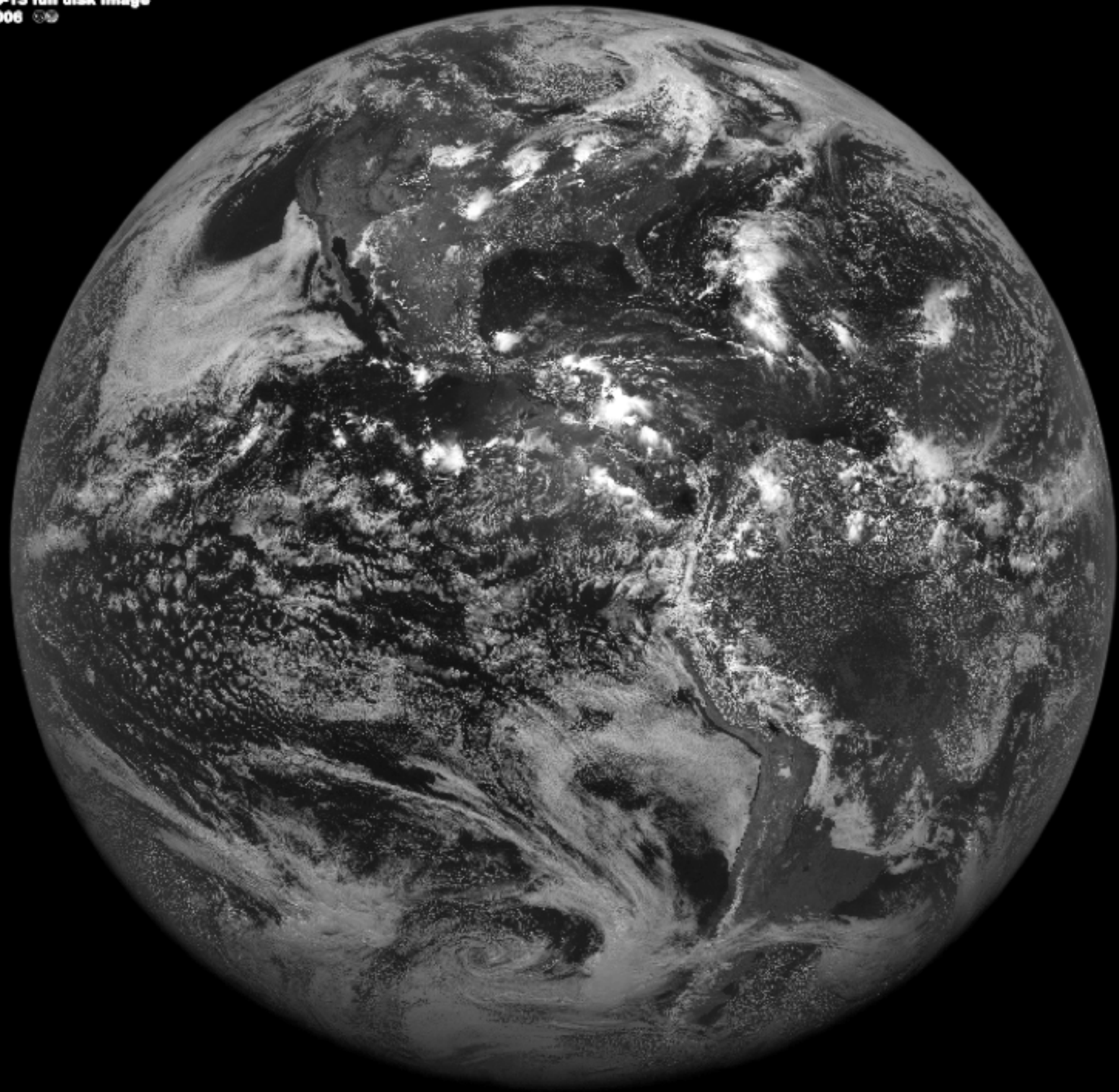
- ▶ Pan-sharpening



Principais Satélites e Sensores

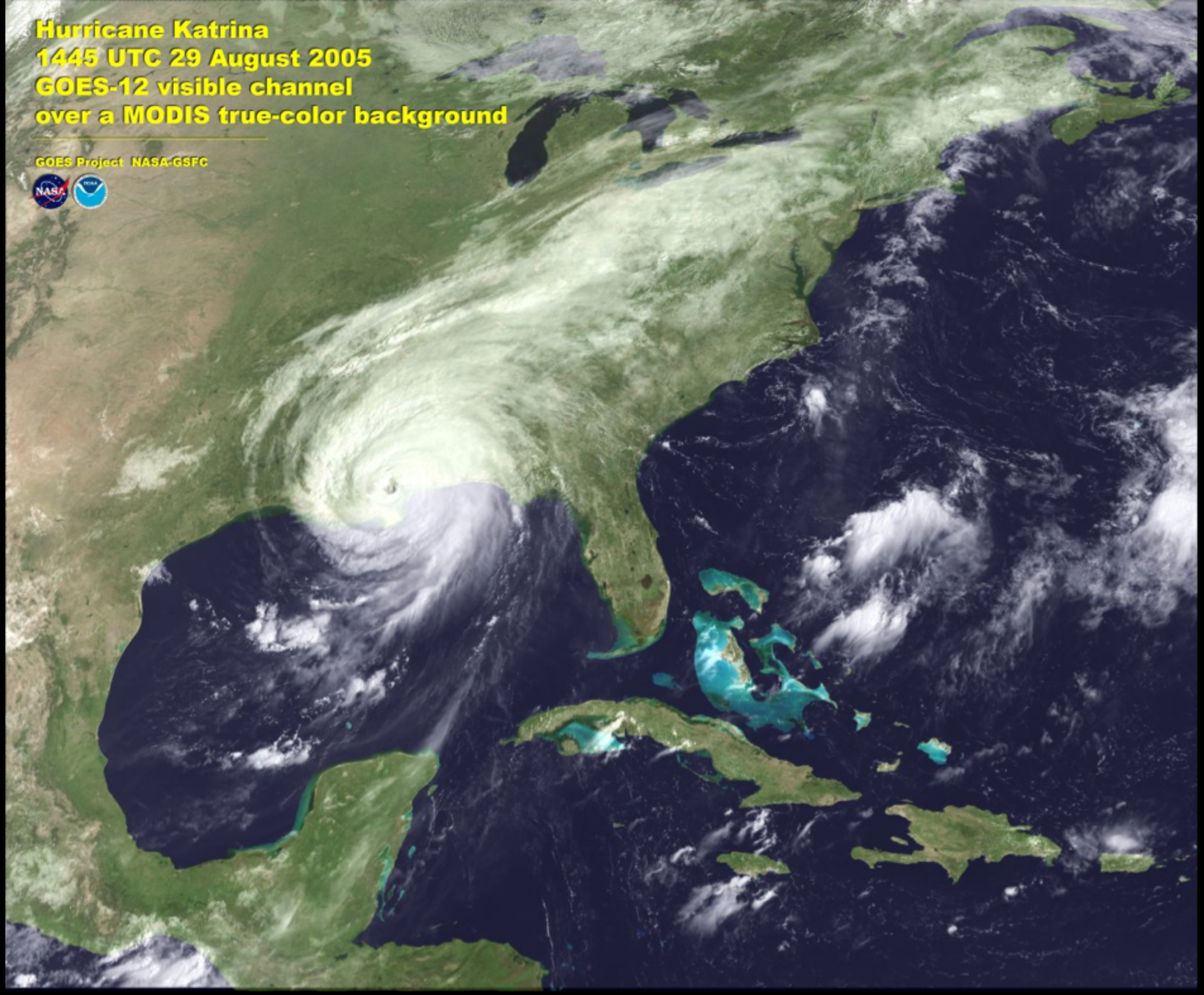
- ▶ Meteorológicos
 - ▶ GOES, AVHRR
- ▶ Recursos Terrestres
 - ▶ Landsat, SPOT, CBERS, ASTER
 - ▶ RADAR – Radarsat, JERS, SRTM
- ▶ Alta Resolução
 - ▶ Ikonos, QuickBird
- ▶ Hiperespectrais
 - ▶ Hyperion

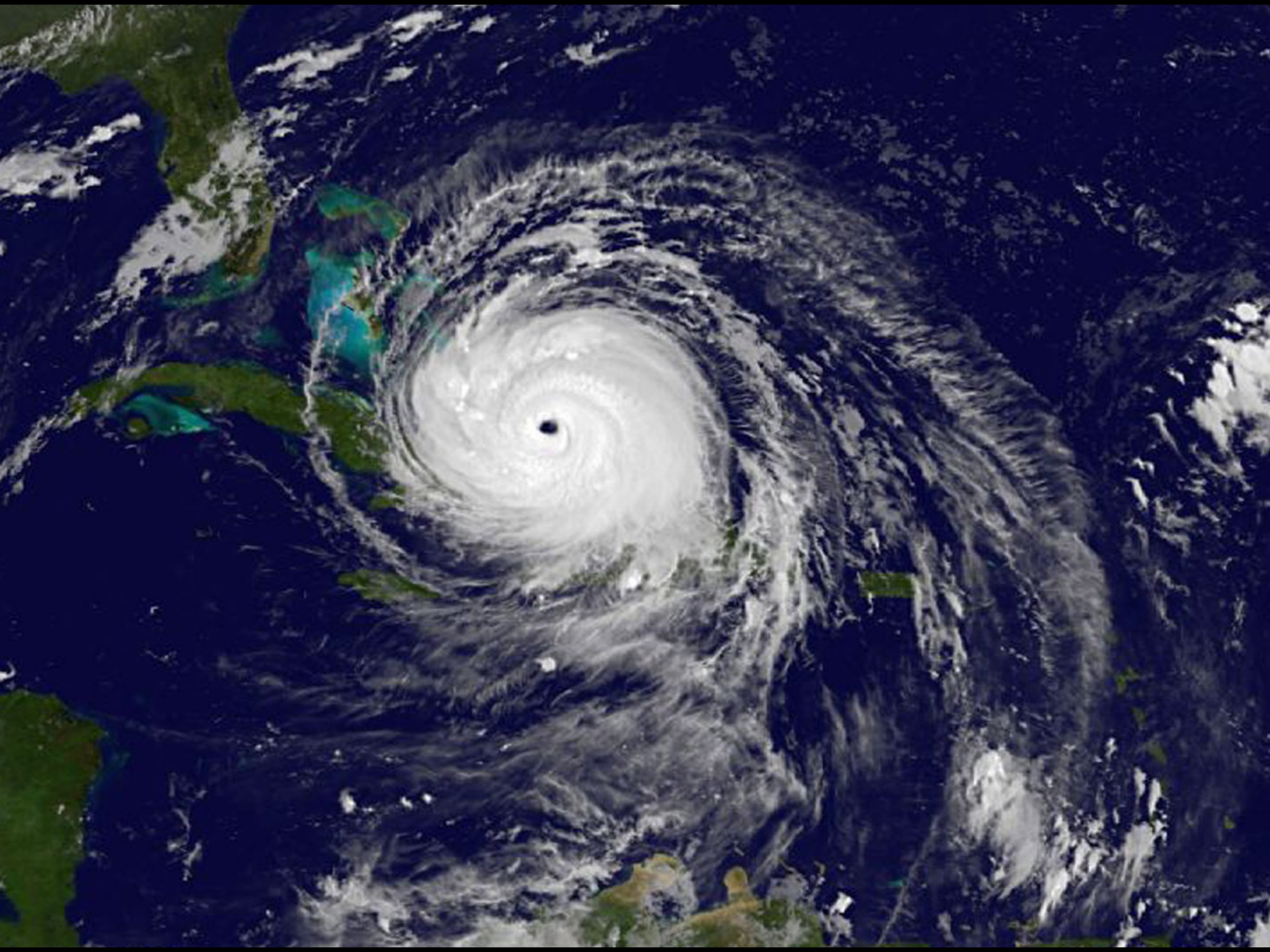
First GOES-13 full disk image
22 June 2006 ©

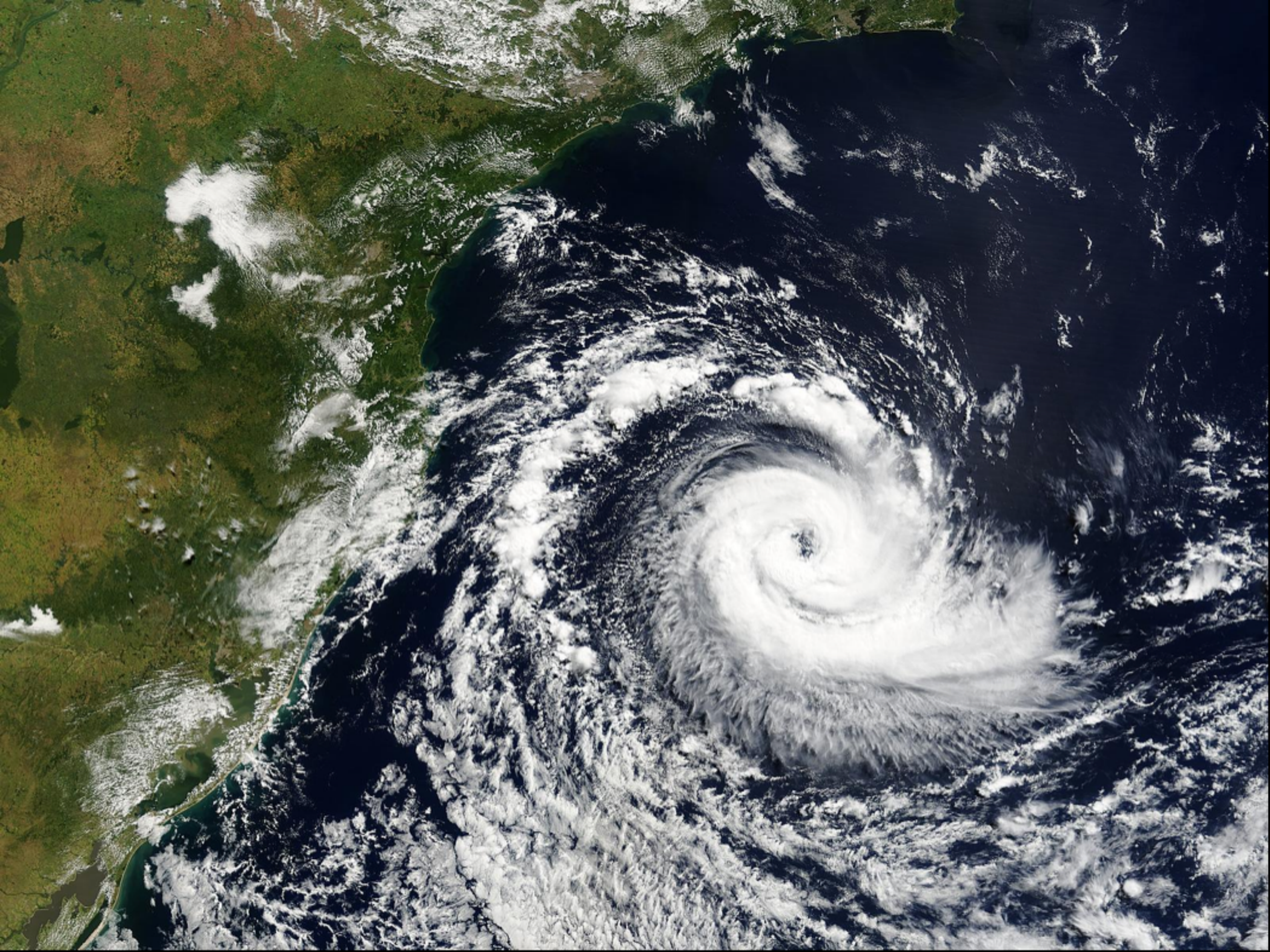


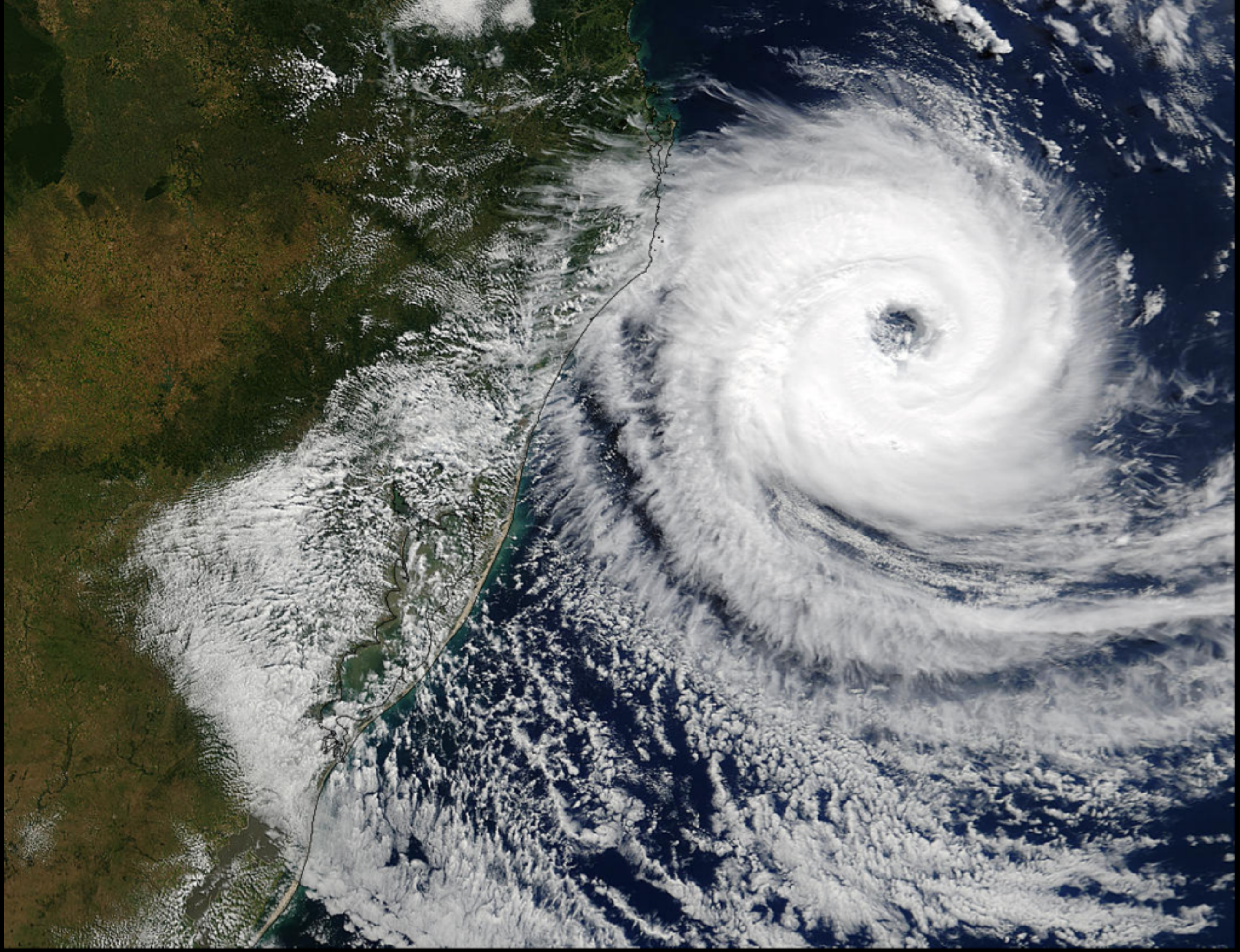
Hurricane Katrina
1445 UTC 29 August 2005
GOES-12 visible channel
over a MODIS true-color background

GOES Project NASA-GSFC



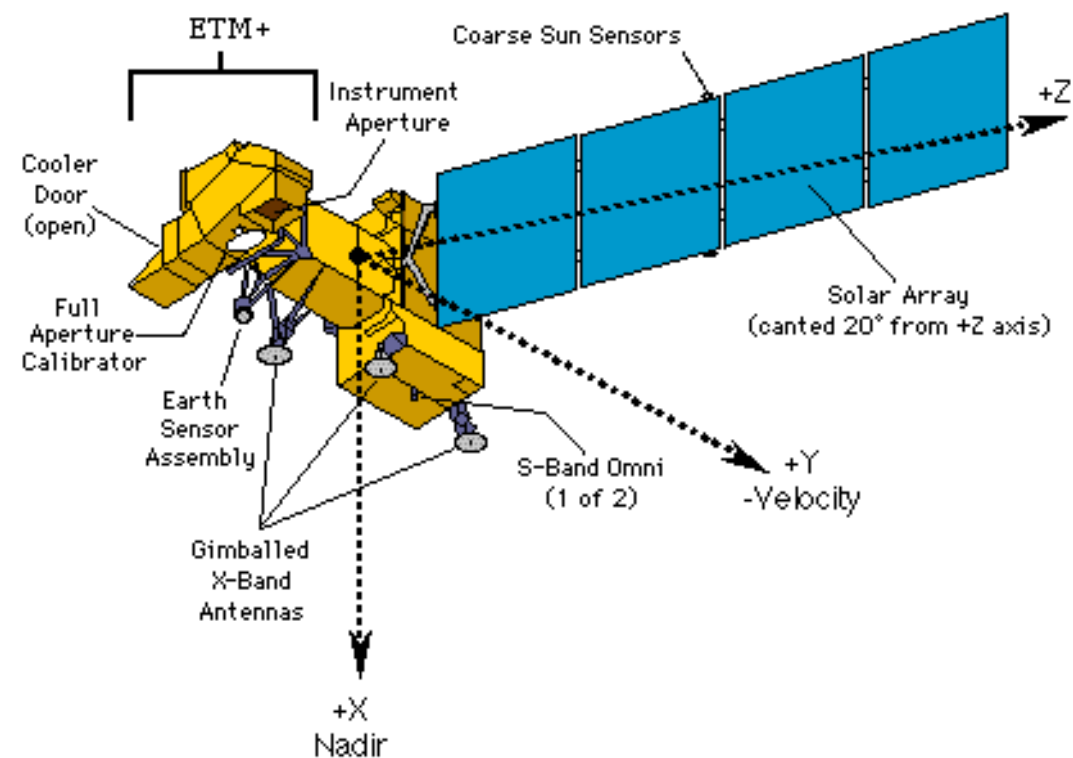
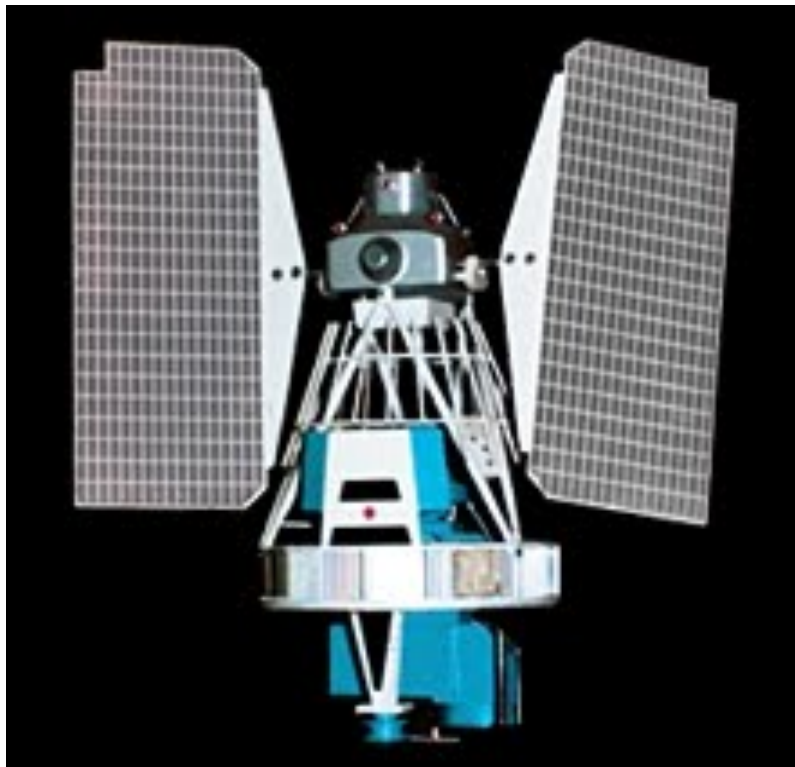






Satélites de Recursos Terrestres

- ▶ Landsat
- ▶ Landsat 1 (ERTS-1) – 1972
- ▶ Landsat 7 – 1999
 - ▶ sensor ETM+ (Enhanced Thematic Mapper plus)



Landsat TM

Channel	Wavelength Range (μm)	Application
TM 1	0.45 - 0.52 (blue)	soil/vegetation discrimination; bathymetry/coastal mapping; cultural/urban feature identification
TM 2	0.52 - 0.60 (green)	green vegetation mapping (measures reflectance peak); cultural/urban feature identification
TM 3	0.63 - 0.69 (red)	vegetated vs. non-vegetated and plant species discrimination (plant chlorophyll absorption); cultural/urban feature identification
TM 4	0.76 - 0.90 (near IR)	identification of plant/vegetation types, health, and biomass content; water body delineation; soil moisture
TM 5	1.55 - 1.75 (short wave IR)	sensitive to moisture in soil and vegetation; discriminating snow and cloud-covered areas
TM 6	10.4 - 12.5 (thermal IR)	vegetation stress and soil moisture discrimination related to thermal radiation; thermal mapping (urban, water)
TM 7	2.08 - 2.35 (short wave IR)	discrimination of mineral and rock types; sensitive to vegetation moisture content

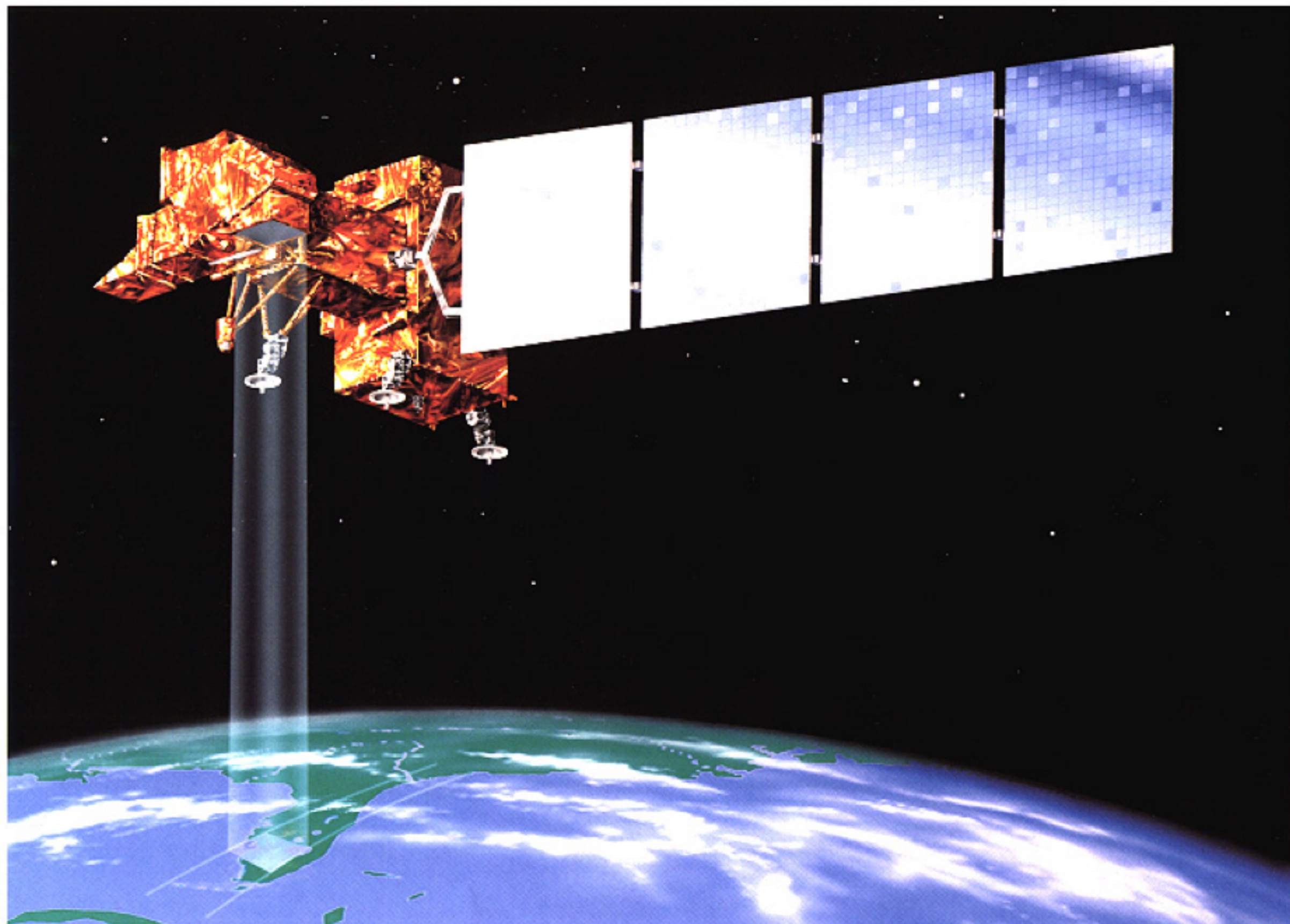


National Aeronautics and
Space Administration
Goddard Space Flight Center

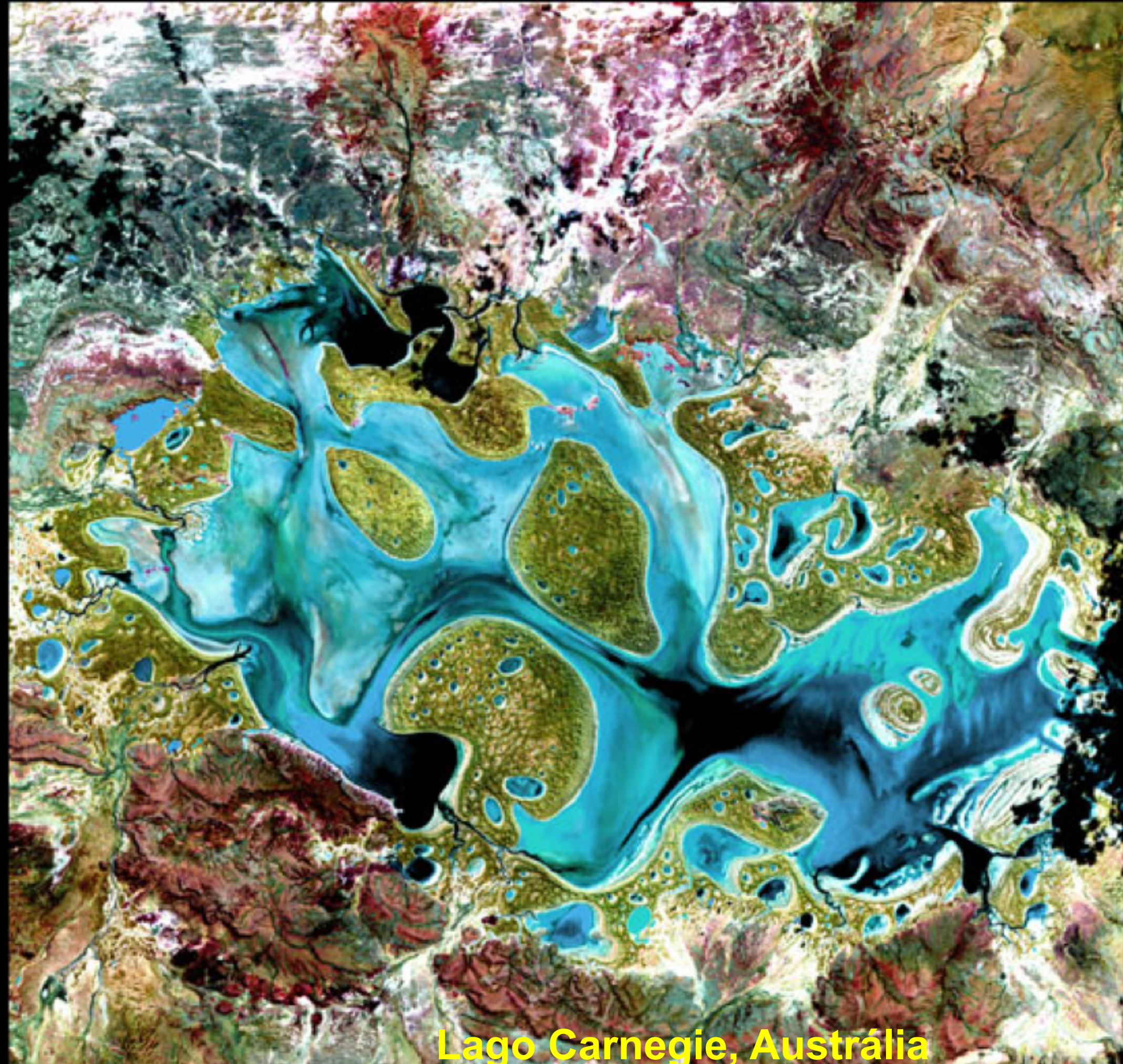
LANDSAT 7



science for a changing world U. S. Geological Survey







Lago Carnegie, Austrália



Dragon Lake, Sibéria



Encontro dos Rios Negro e Solimões

landsat-8

- ▶ **OLI - Operational Land Imager**
- ▶ Pixel Size:
 - ▶ OLI multispectral bands 1-7,9: 30-meters
 - ▶ OLI panchromatic band 8: 15-meters
 - ▶ TIRS bands 10-11: collected at 100 meters but resampled to 30 meters to match OLI multispectral bands
- ▶ 16-bit pixel values

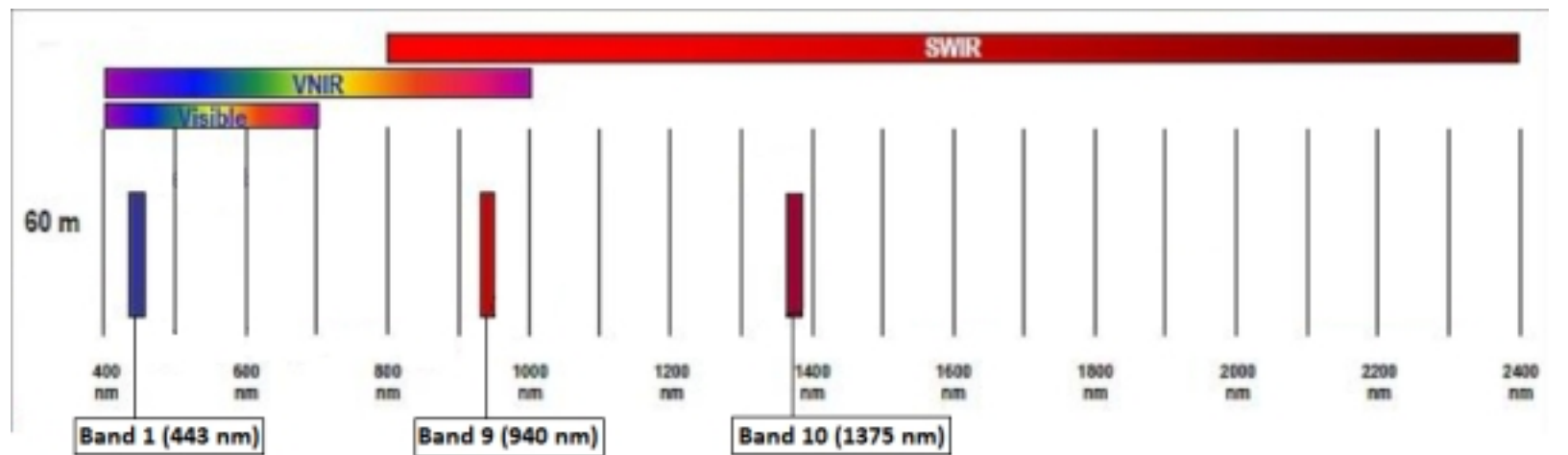
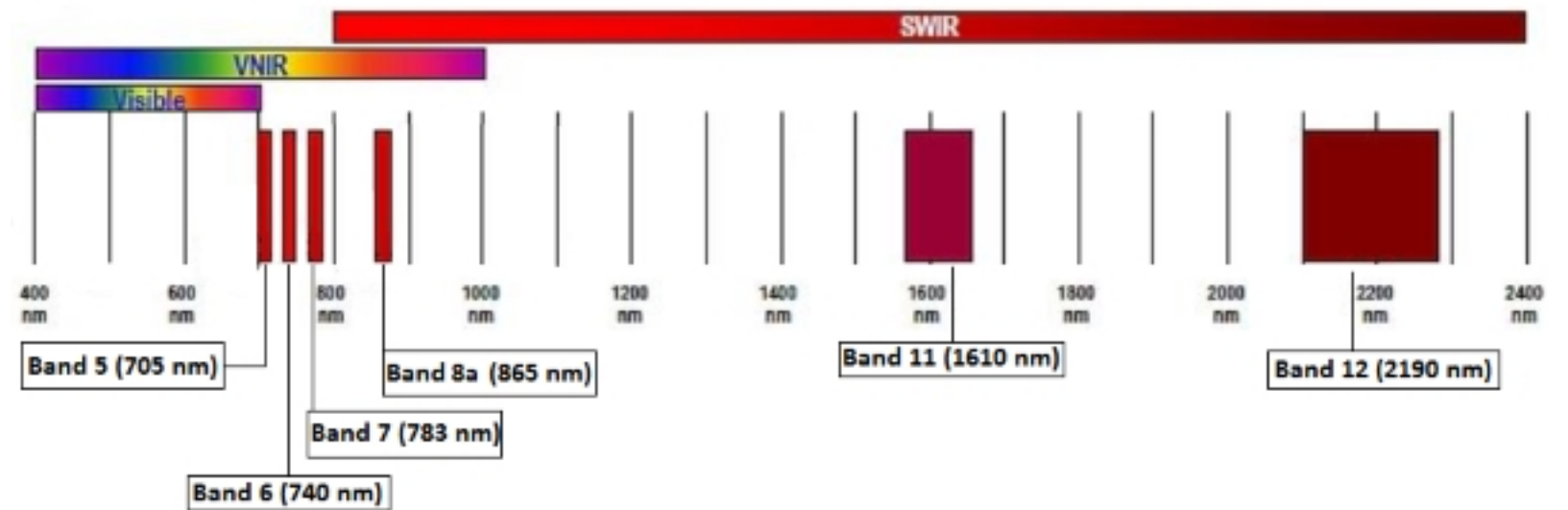
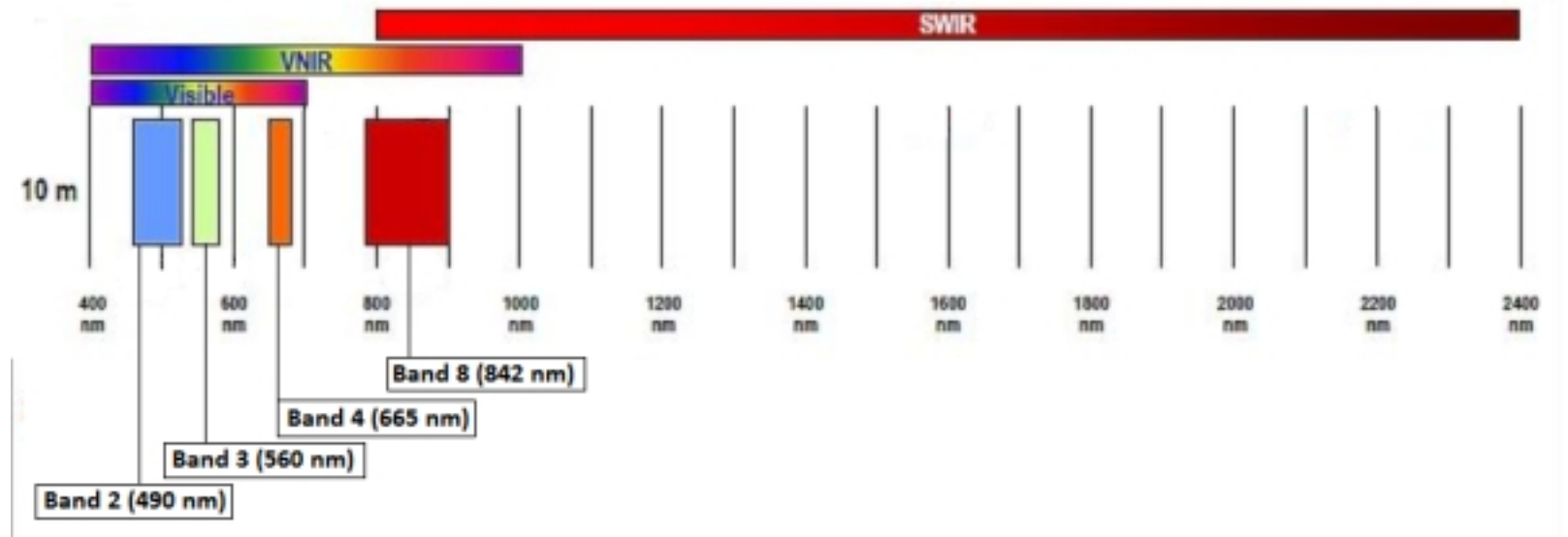
sentinel-2

▶ ESA

▶ 10m

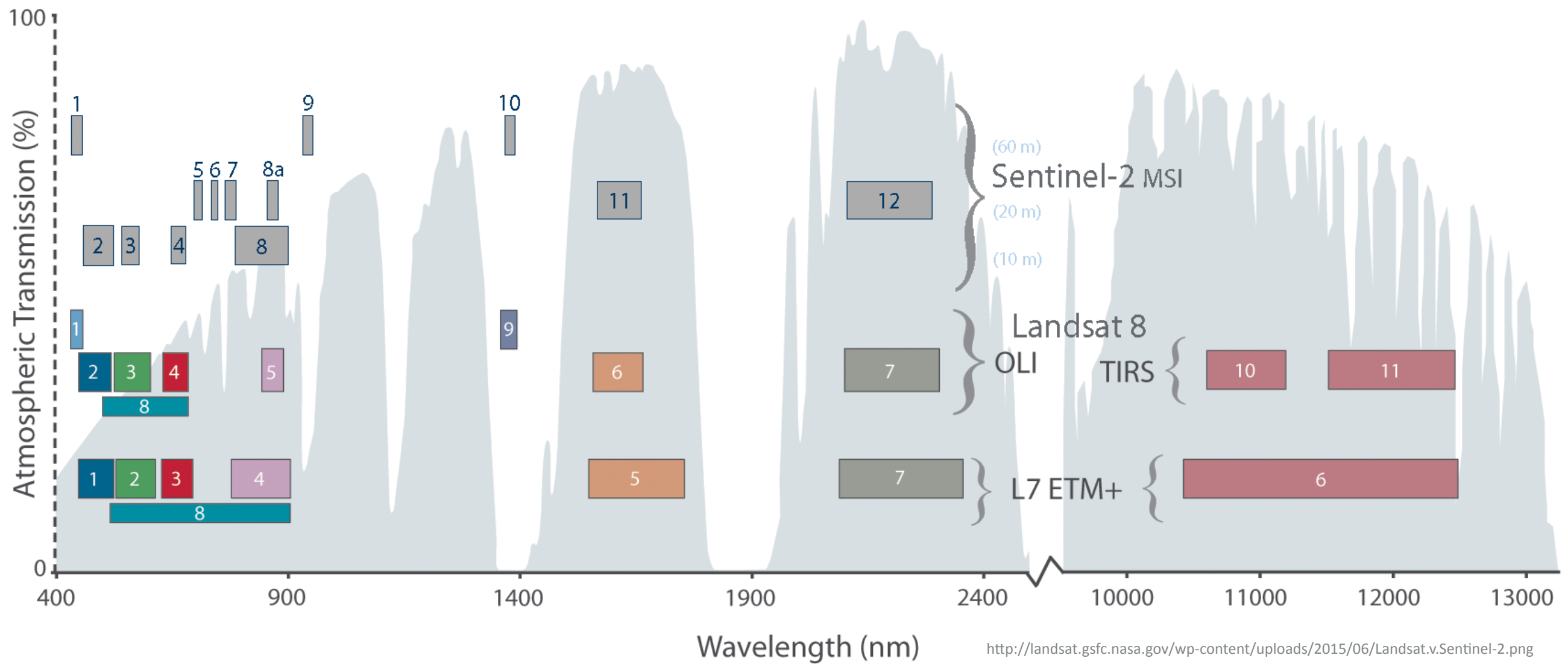
▶ 20m

▶ 60m



landsat-8

Comparison of Landsat 7 and 8 bands with Sentinel-2





SPOT

- ▶ Système Pour l'Observation de la Terre
- ▶ SPOT 5 – PAN 2.5m resolução

Mode/Band	Wavelength Range (μm)
Panchromatic (PLA)	0.51 - 0.73 (blue-green-red)
Multispectral (MLA)	
Band 1	0.50 - 0.59 (green)
Band 2	0.61 - 0.68 (red)
Band 3	0.79 - 0.89 (near infrared)

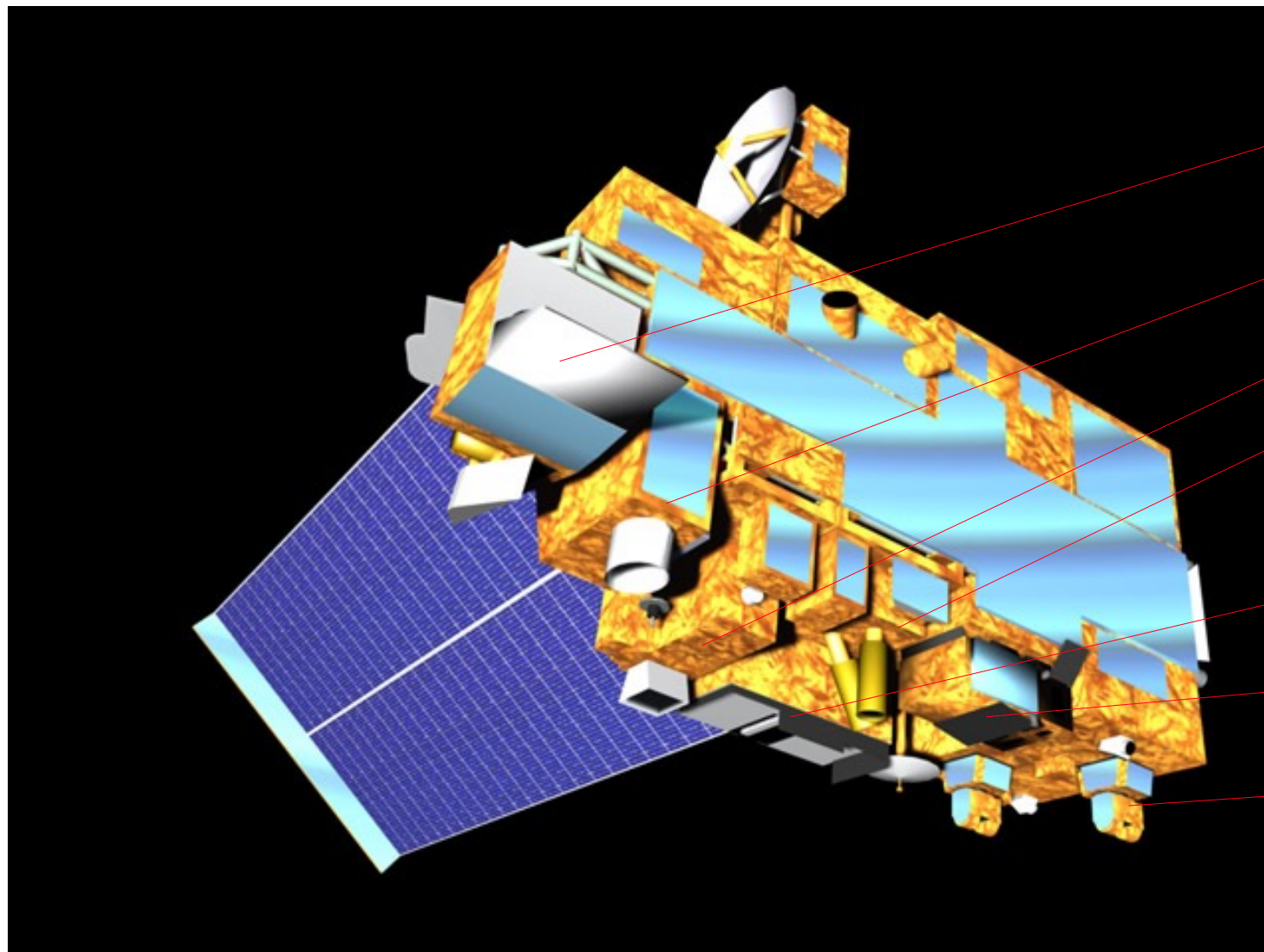
Terra

- ▶ EOS AM-1
 - ▶ ASTER - Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer
 - ▶ CERES - Clouds and the Earth's Radiant Energy System
 - ▶ MISR - Multi-angle Imaging SpectroRadiometer
 - ▶ MODIS - Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer
 - ▶ MOPITT - Measurements of Pollution in the Troposphere



Terra is the flagship of NASA's ESE (Earth Science Enterprise).

ASTER is the zoom lens of Terra!



MODIS

ASTER (TIR)

ASTER (SWIR)

ASTER (VNIR)

MISR

MOPITT

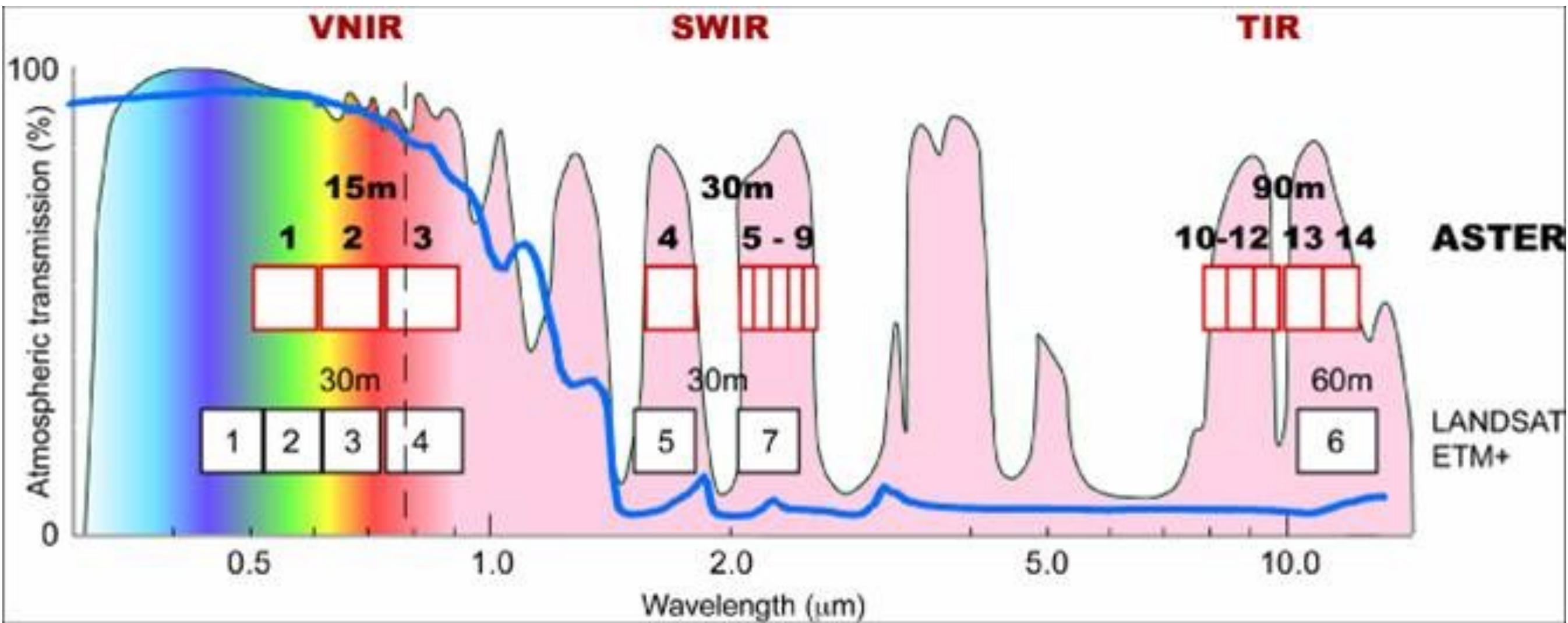
CERES

ASTER

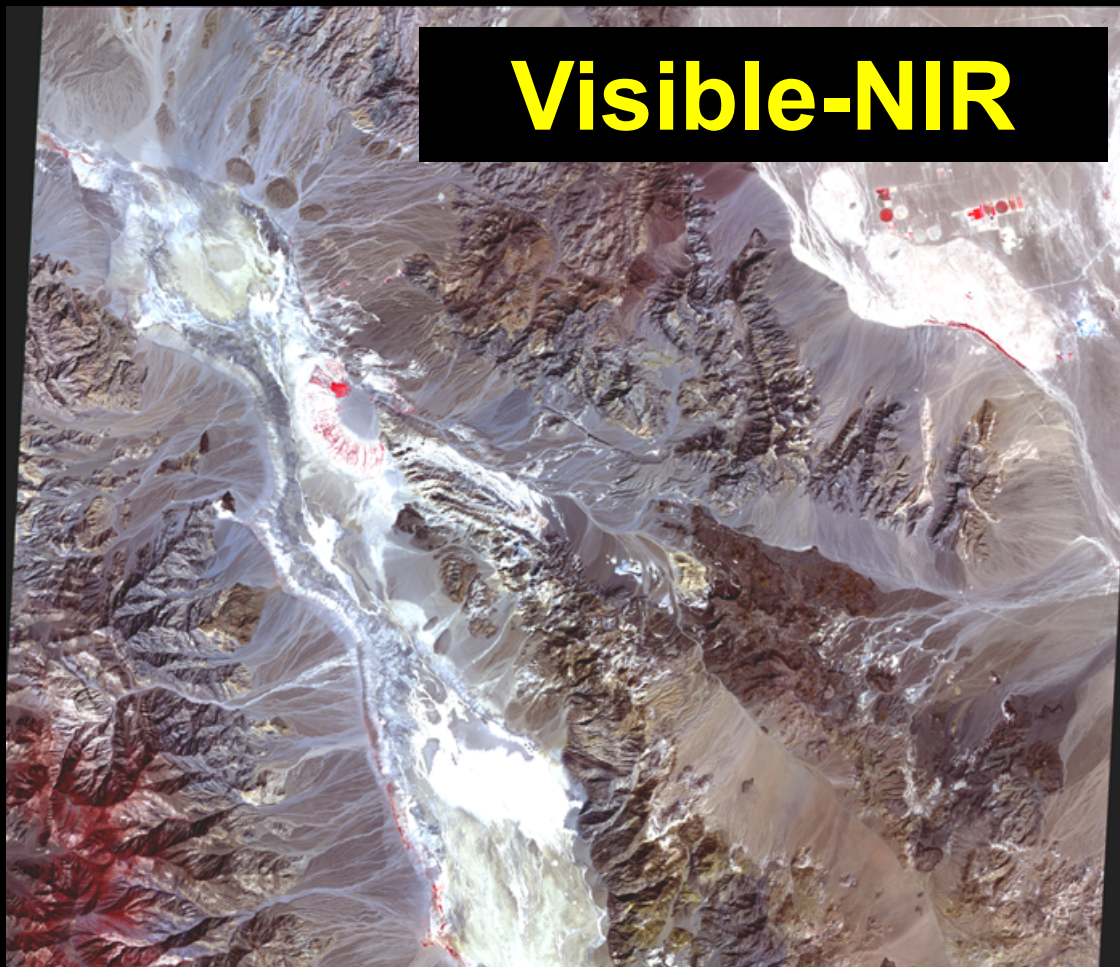
- ▶ Advanced Spaceborne Thermal and Emitted Radiometer

Subsystem	Band No.	Spectral Range (μm)	Spatial Resolution, m	Quantization Levels
VNIR	1	0.52-0.60	15	8 bits
	2	0.63-0.69		
	3N	0.78-0.86		
	3B	0.78-0.86		
SWIR	4	1.60-1.70	30	8 bits
	5	2.145-2.185		
	6	2.185-2.225		
	7	2.235-2.285		
	8	2.295-2.365		
	9	2.360-2.430		
TIR	10	8.125-8.475	90	12 bits
	11	8.475-8.825		
	12	8.925-9.275		
	13	10.25-10.95		
	14	10.95-11.65		

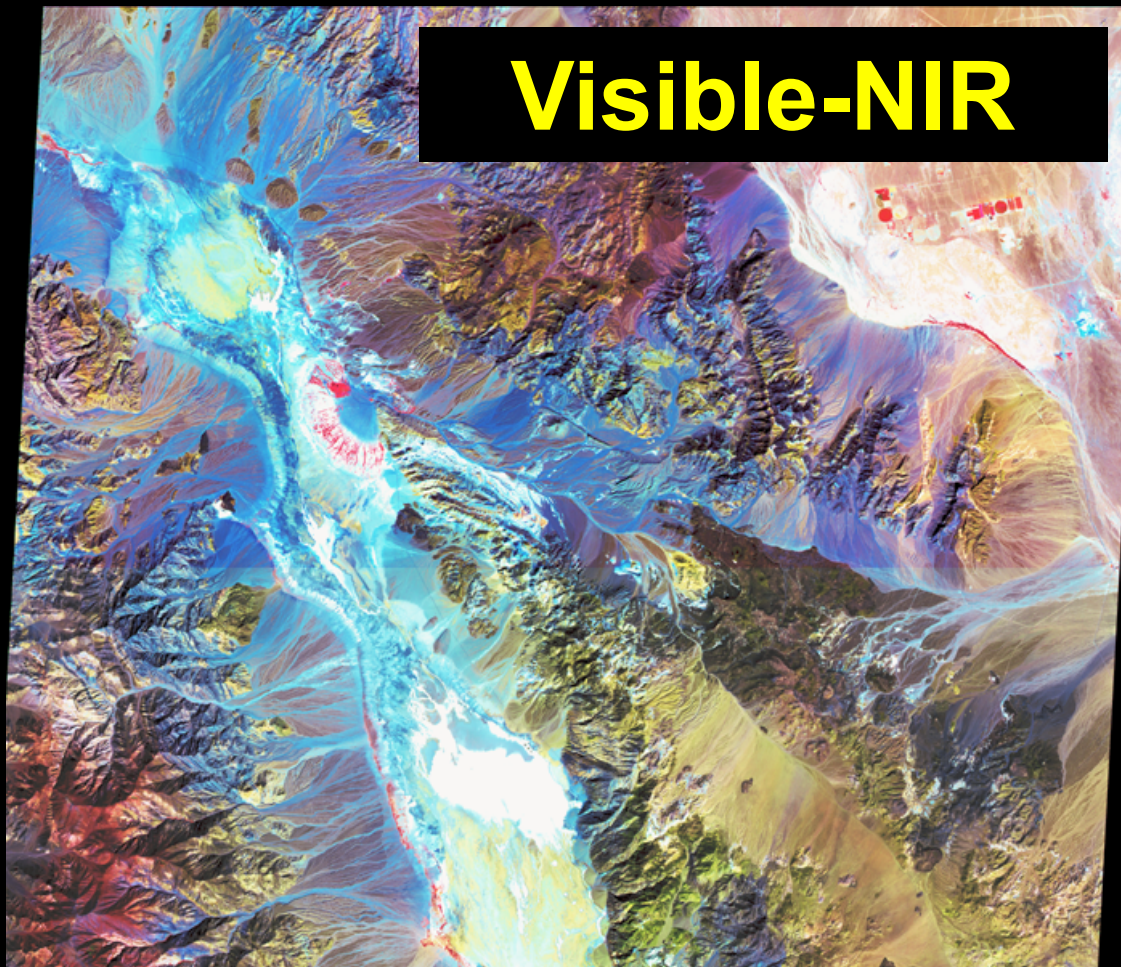
ASTER



Visible-NIR



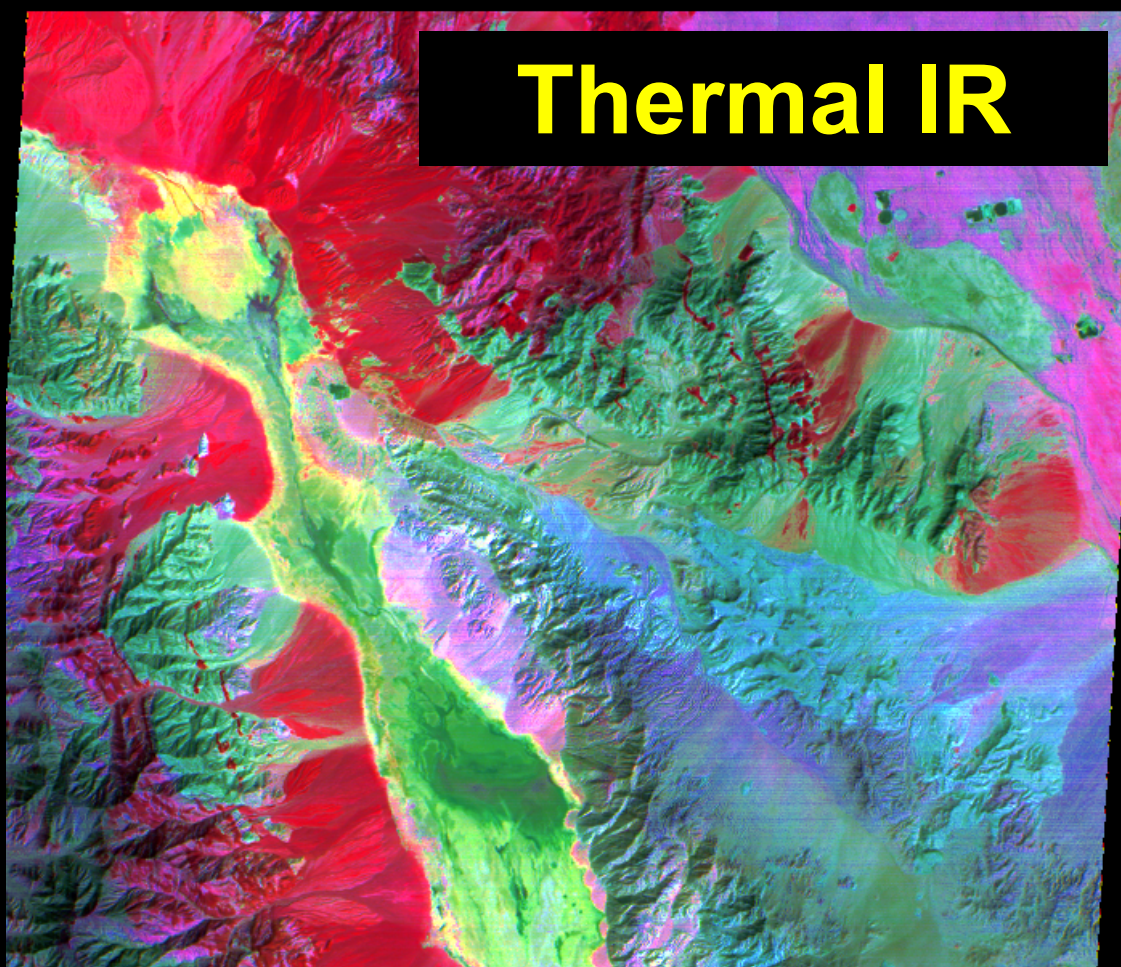
Visible-NIR



Short Wave IR

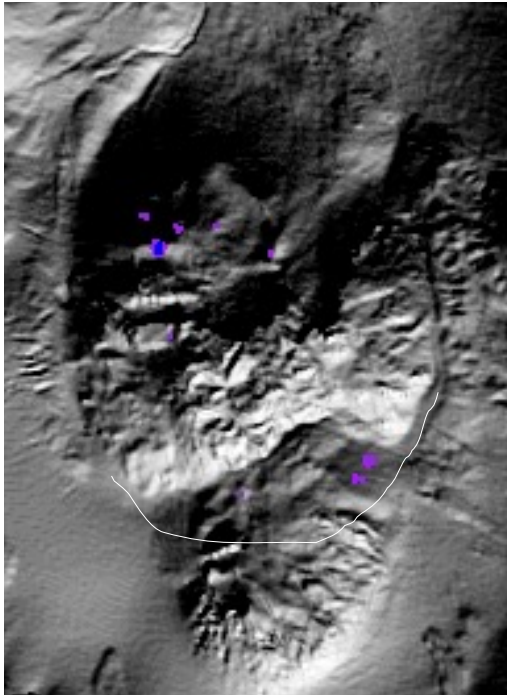


Thermal IR



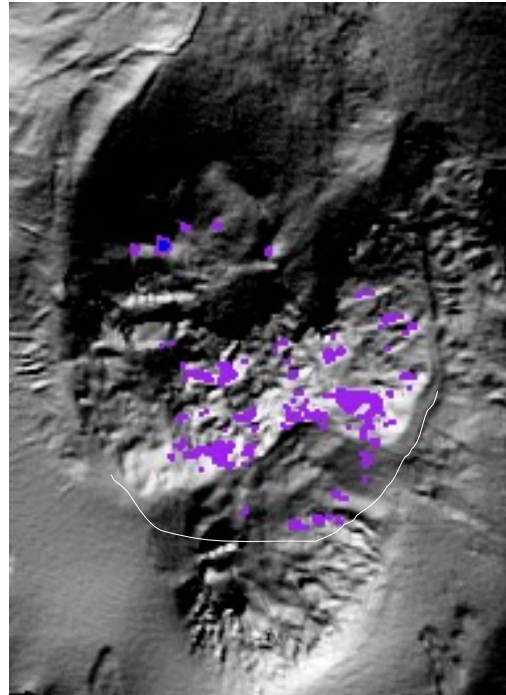
Monitoramento de vulcões

09-24-2004 – 4:30pm



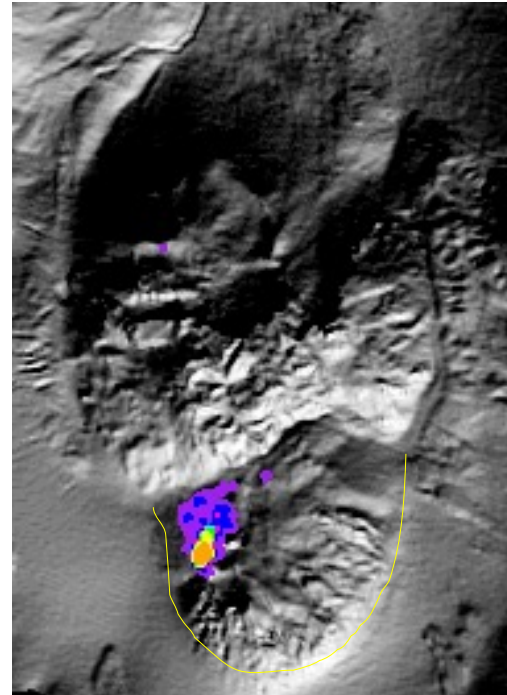
Boundary of Old Dome

09-30-2004 – 1:30pm



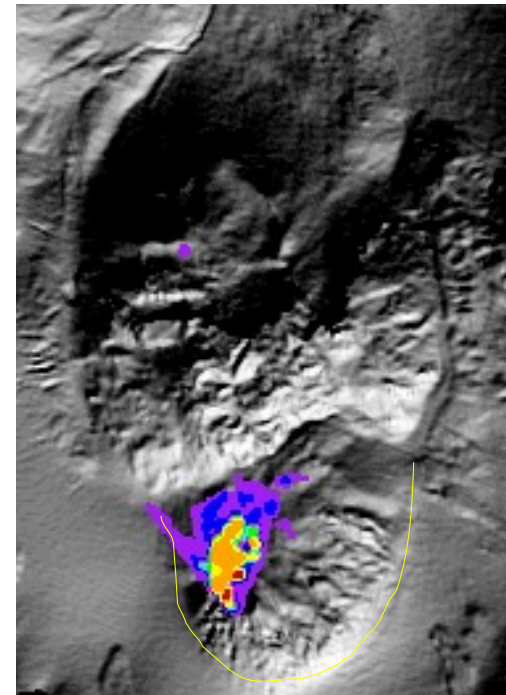
Boundary of Old Dome

10-12-2004 – 8:00am



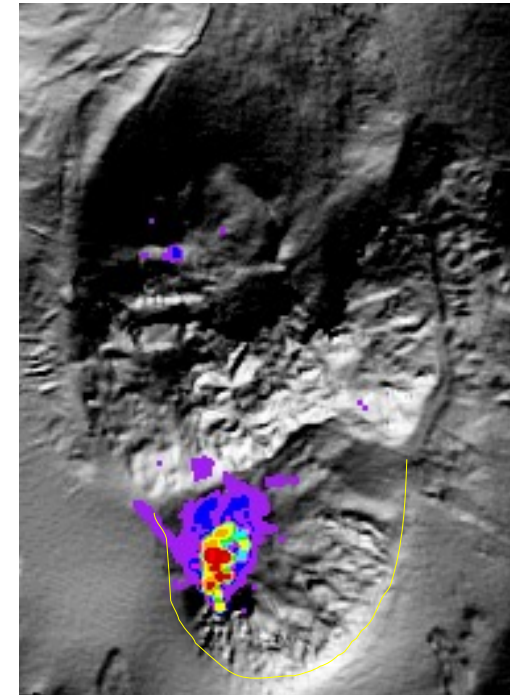
Boundary of New Dome

10-14-2004 – 8:00am



Boundary of New Dome

10-14-2004 – 12:45pm



Boundary of New Dome

High = 51 °C

High = 54 °C

High = 181 °C

High = 250 °C

High = 330 °C

60-75 °C

45-60 °C

30-45 °C

105-150 °C

90-105 °C

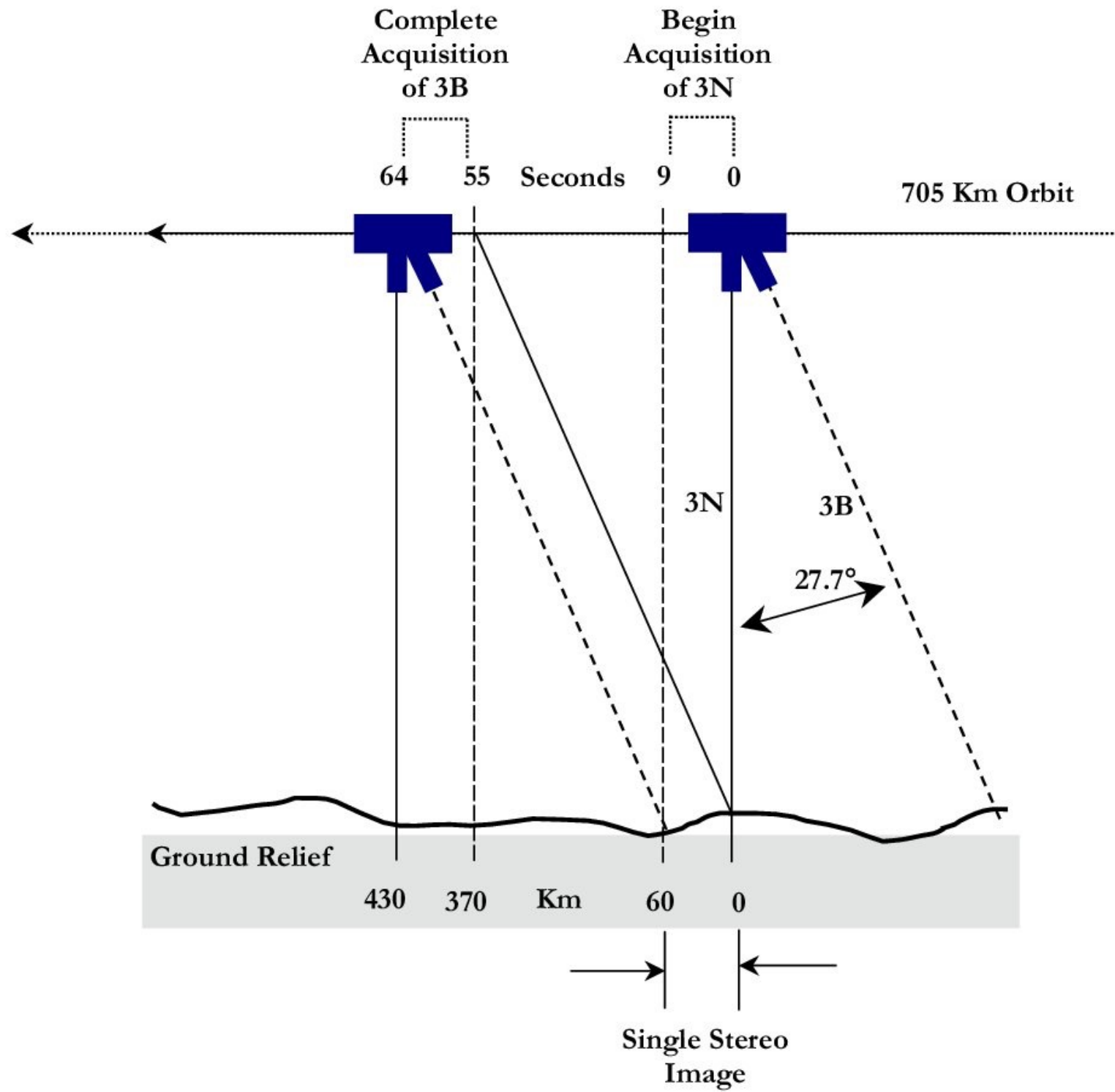
75-90 °C

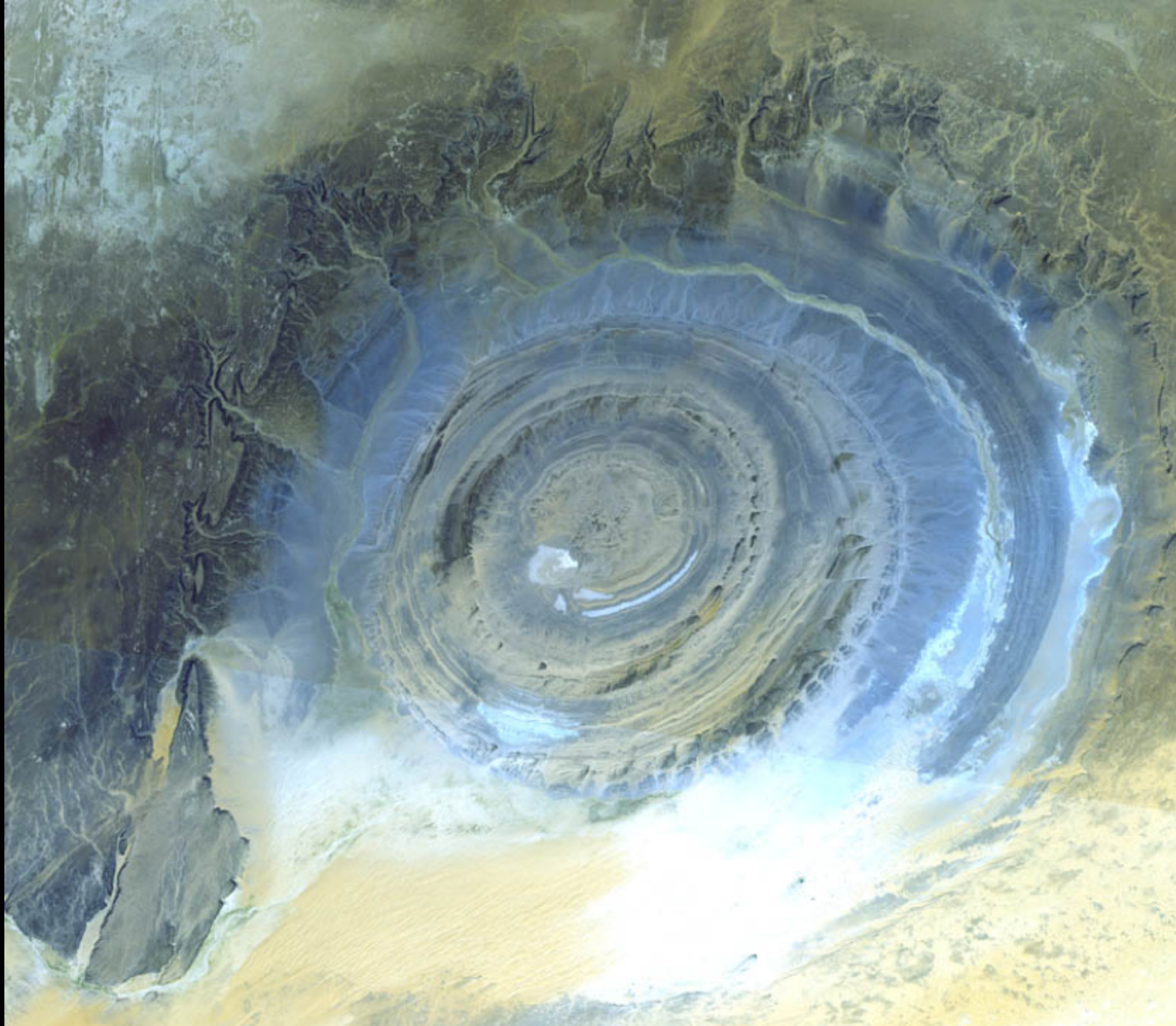
> 300 °C

200-300 °C

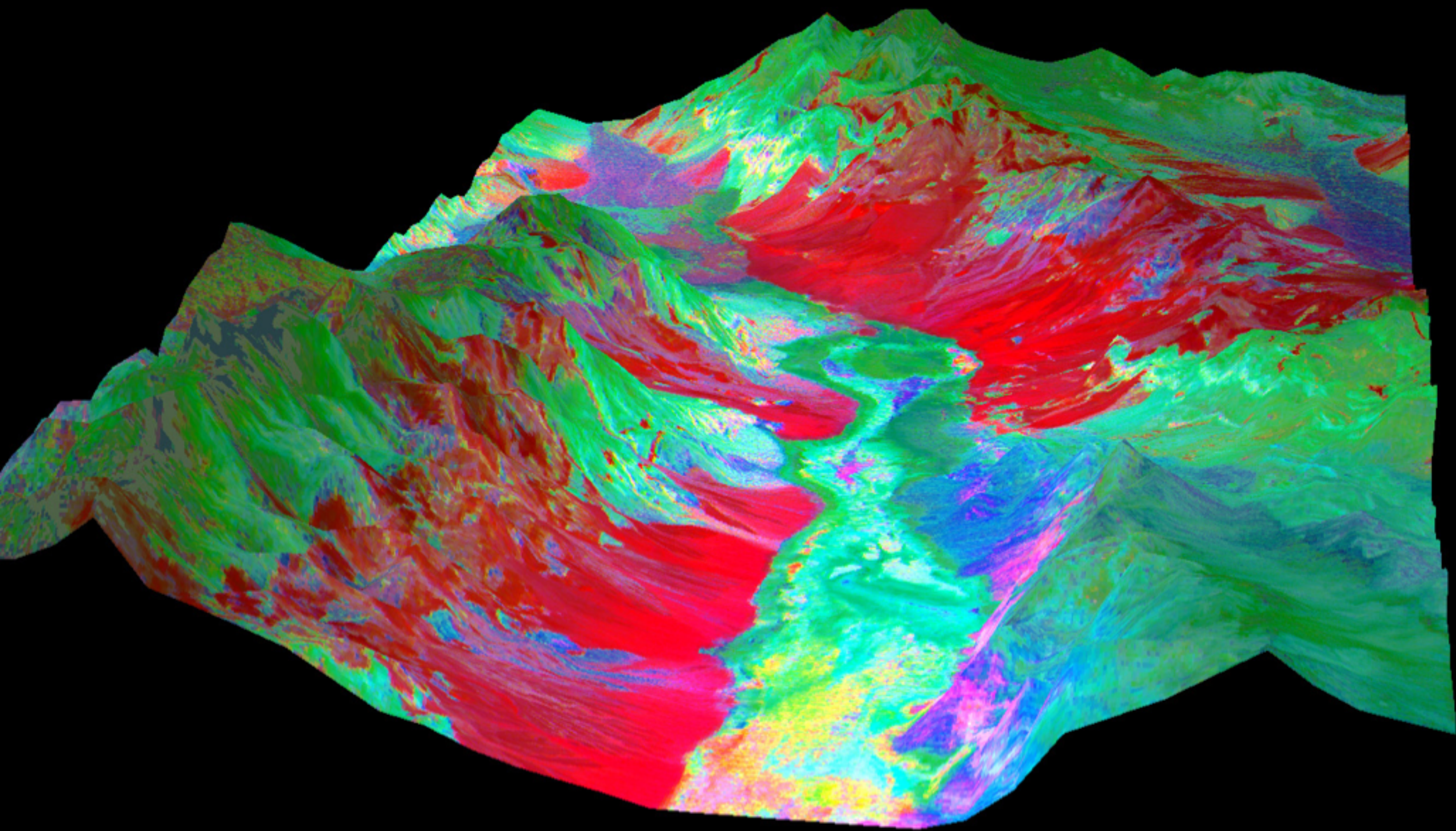
150-200 °C

ASTER DEM





Estrutura Richat, Mauritânia





Fronteira México - EUA



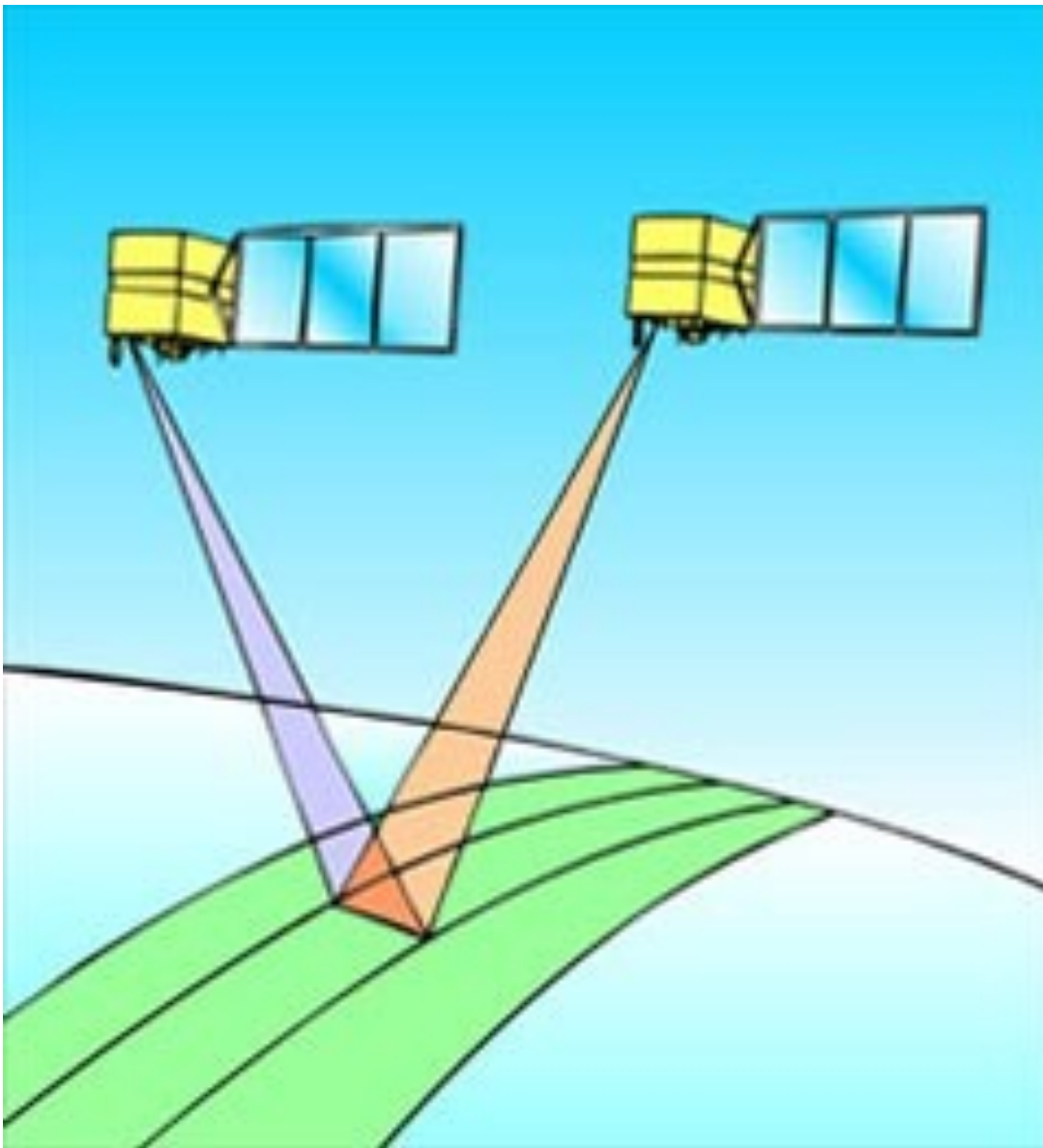


CBERS

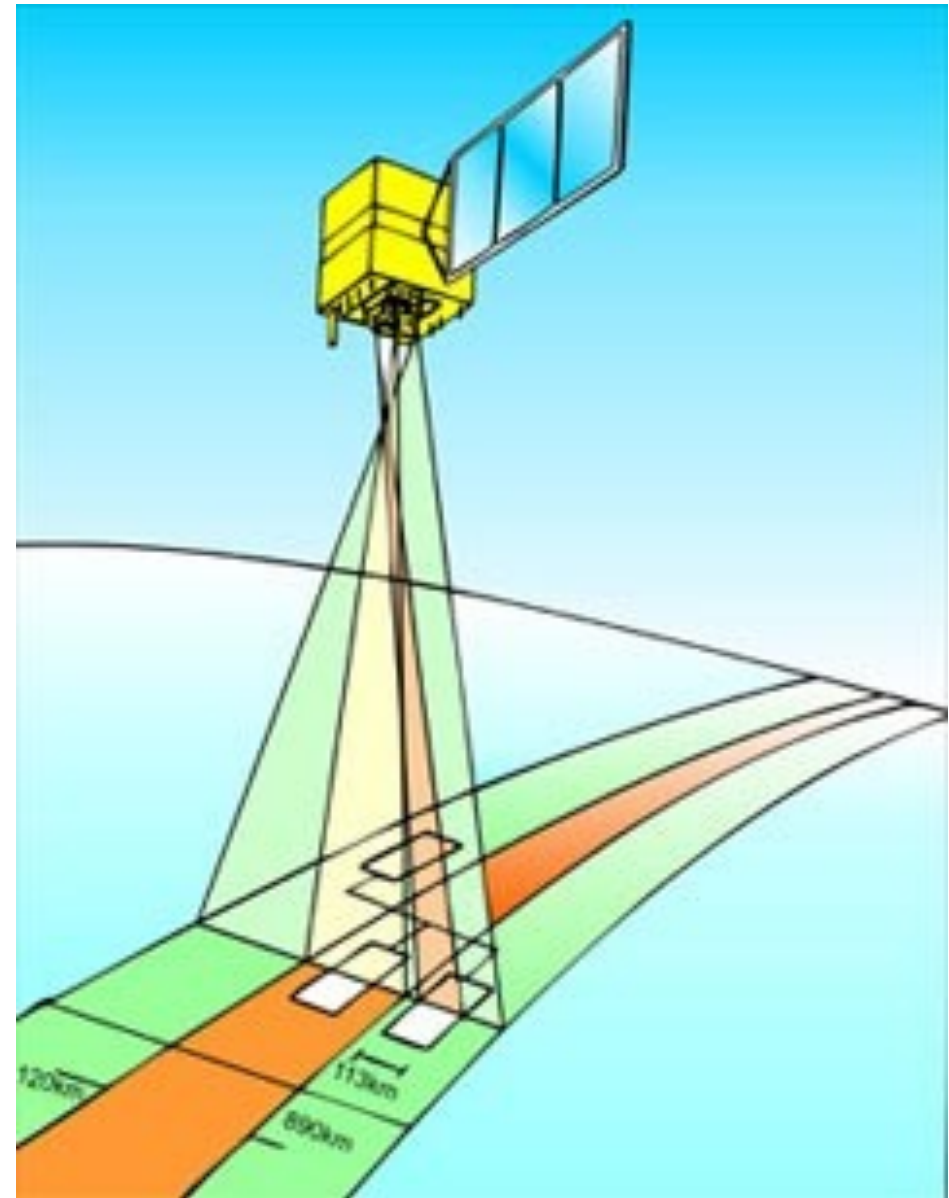
- ▶ China-Brazil Earth Resources Satellite
- ▶ Imagens gratuitas
- ▶ Câmeras
 - ▶ WFI (Wide Field Imager)
 - ▶ IRMSS - Infrared Multispectral Scanner
 - ▶ CCD - High Resolution CCD Camera
 - ▶ HRC – High Resolution Camera (2B)



CBERS 1 e 2



Estereoscopia



Diferentes campos de visada

Características do Imageador de Amplo Campo de Visada WFI

Bandas espectrais	0,63 - 0,69 μm (vermelho) 0,77 - 0,89 μm (infra-vermelho)
Campo de Visada	60°
Resolução espacial	260 x 260 m
Largura da faixa imageada	890 km
Resolução temporal	5 dias
Frequência da portadora de RF	8203,35 MHz
Taxa de dados da imagem	1,1 Mbit/s
Potência Efetiva Isotrópica Irradiada	31,8 dBm

Características da Câmera Imageadora de Alta Resolução CCD

Bandas espectrais	0,51 - 0,73 μm (pan) 0,45 - 0,52 μm (azul) 0,52 - 0,59 μm (verde) 0,63 - 0,69 μm (vermelho) 0,77 - 0,89 μm (infravermelho próximo)
Campo de Visada	8,3°
Resolução espacial	20 x 20 m
Largura da faixa imageada	113 km
Capacidade de apontamento do espelho	$\pm 32^\circ$
Resolução temporal	26 dias com visada vertical (3 dias com visada lateral)
Frequência da portadora de RF	8103 MHz e 8321 MHz
Taxa de dados da imagem	2 x 53 Mbit/s
Potência Efetiva Isotrópica Irradiada	43 dBm

Características do Imageador por Varredura de Média Resolução IRMSS

Bandas espectrais	0,50 - 1,10 μm (pancromática) 1,55 - 1,75 μm (infravermelho médio) 2,08 - 2,35 μm (infravermelho médio) 10,40 - 12,50 μm (infravermelho termal)
Campo de Visada	8,8°
Resolução espacial	80 x 80 m (160 x 160 m termal)
Largura da faixa imageada	120 km
Resolução temporal	26 dias
Frequência da portadora de RF	8216,84 MHz
Taxa de dados da imagem	6,13 Mbit/s
Potência Efetiva Isotrópica Irradiada	39,2 dBm

CBERS 3 e 4

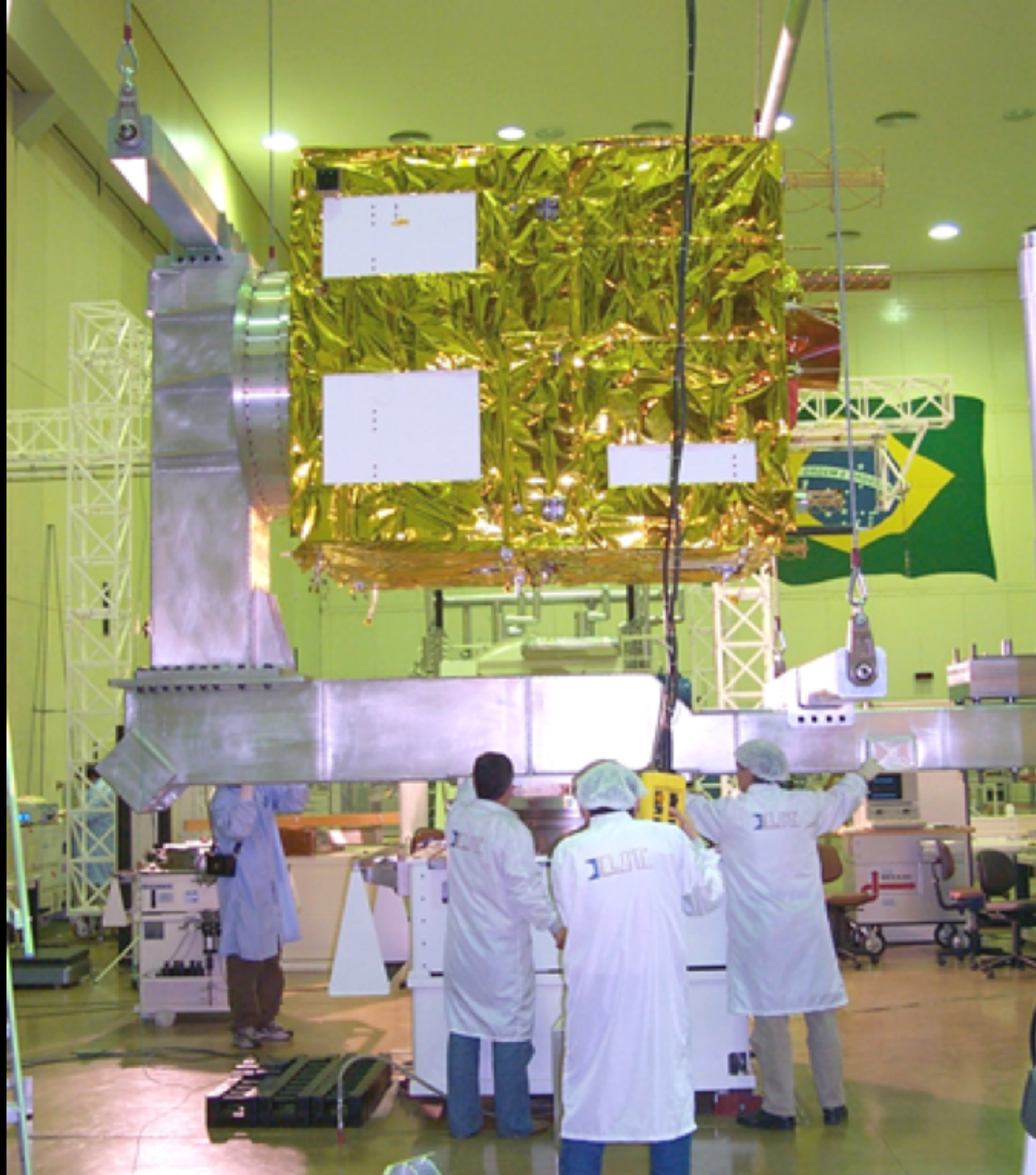
Características das câmaras do CBERS-3 e 4

	MUXCAM	PANMUX	IRMSS	WFI
<i>Bandas espectrais</i>	0,45 - 0,52 μm 1,55 - 1,75 μm (TBC) 0,52 - 0,59 μm (G) 0,63 - 0,69 μm (R) 0,77 - 0,89 μm (NIR)	0,51 - 0,75 μm 0,51 - 0,85 μm (TBC) 0,52 - 0,59 μm (G) 0,63 - 0,69 μm (R) 0,77 - 0,89 μm (NIR)	0,76 - 0,90; 0,76 - 1,10 (C) 1,55 - 1,75 (MIR) 2,08 - 2,35 (SWIR) 10,40 - 12,50 (TH)	0,52 - 0,59 (G) 0,63 - 0,69 (R) 0,77 - 0,89 (NIR) 1,55 - 1,75 (MIR)
<i>Resolução</i>	20 m	5 m/10 m	40 m/ 80 m (TH)	73 m
<i>Largura da faixa Imageada</i>	120 km	60 km	120 km	866 km
<i>Apontamento</i>	$\pm 32^\circ$ /Não (TBC)	$\pm 32^\circ$	não	não
<i>Revisita</i>	3 dias (TBC)	5 dias		
<i>Revisita real</i>	26 dias	não	26 dias	5 dias
<i>Quantização</i>	8 bits	8 bits	8 bits	10 bits
<i>Taxa de Dados Bruta</i>	68 Mbit/s	140 Mbit/s 100 Mbit/s	16 Mbit/s	50 Mbit/s

CBERS 2B – 2007

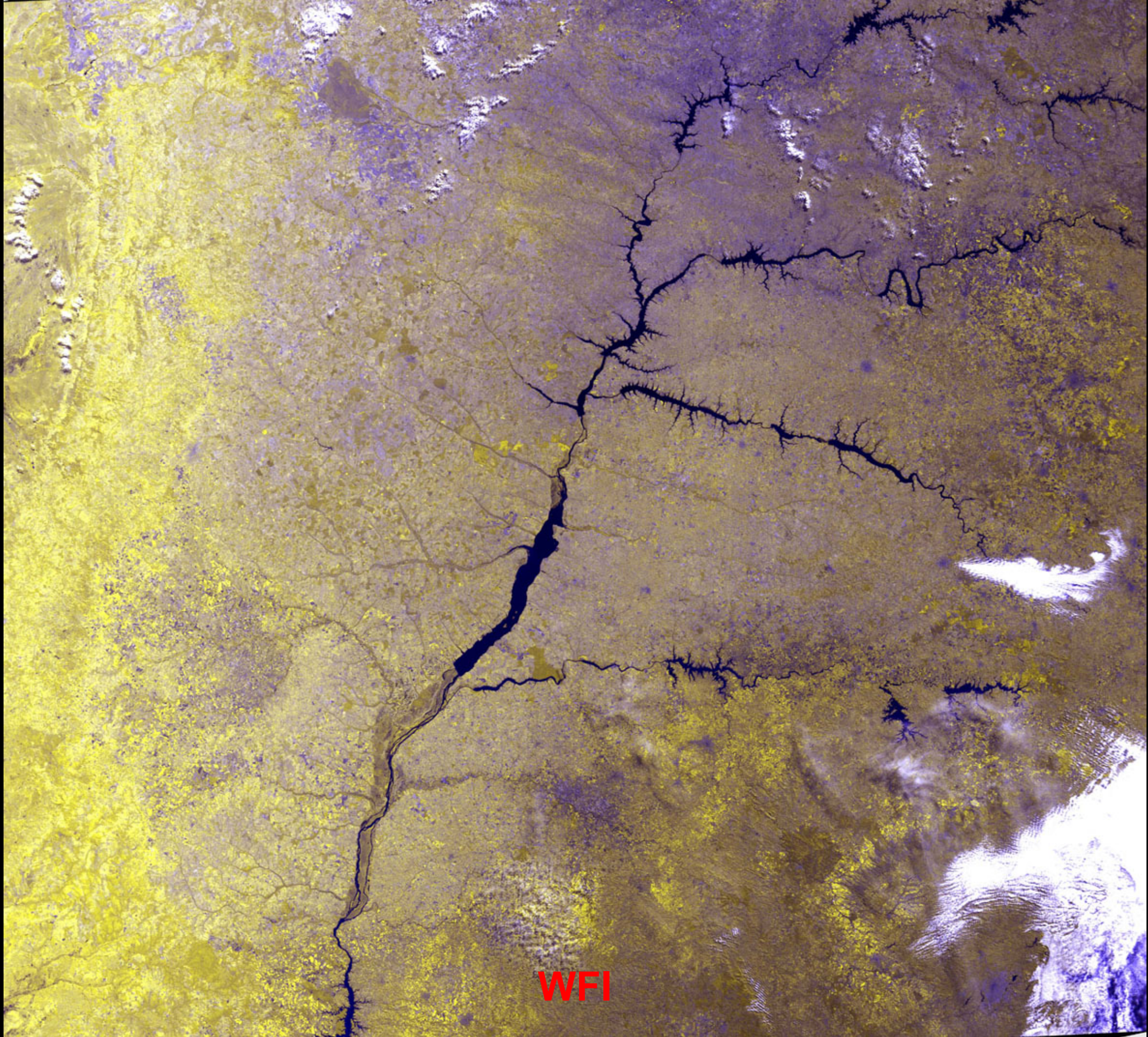
CBERS 3 – 2011

CBERS 4 – 2013

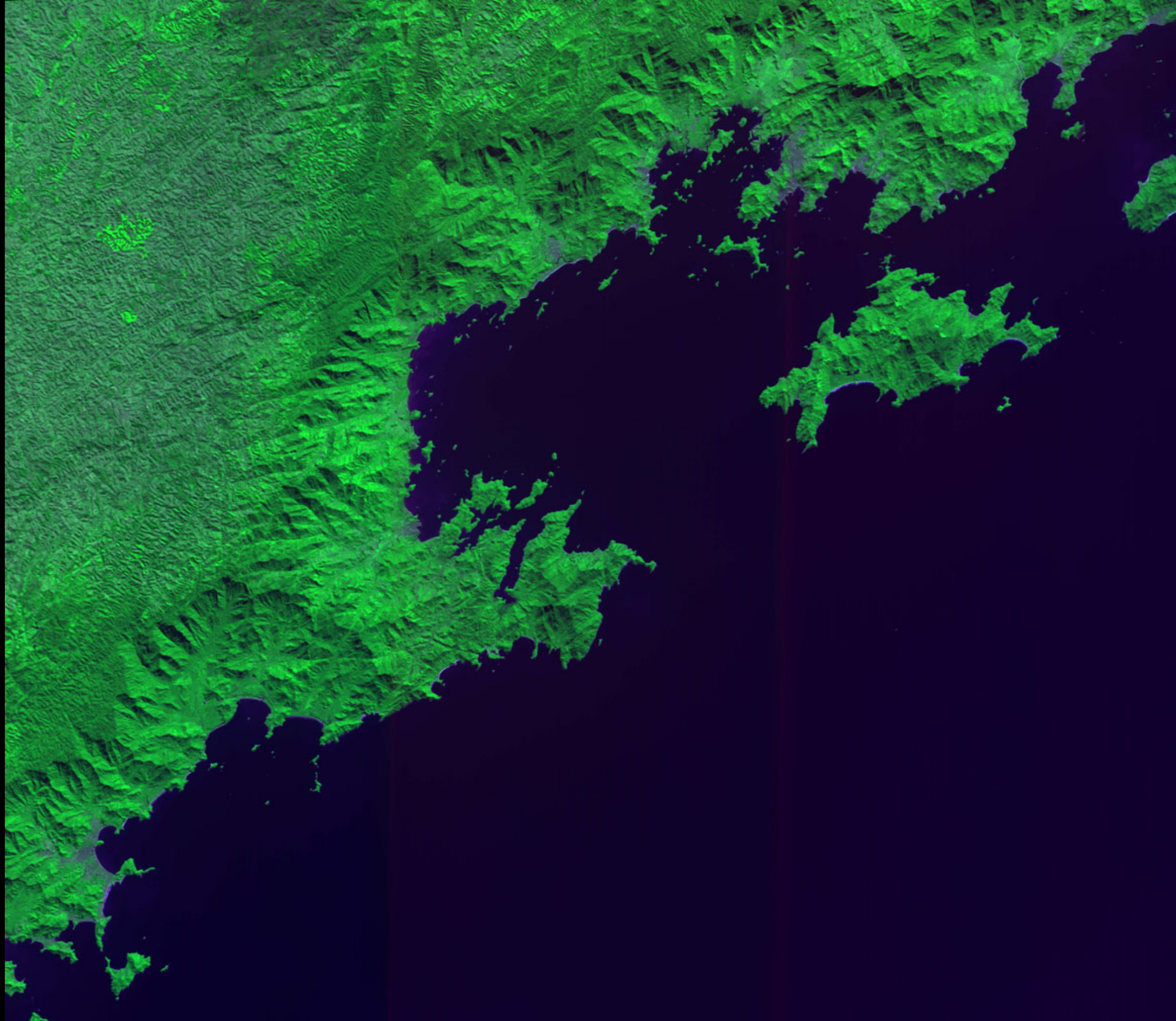




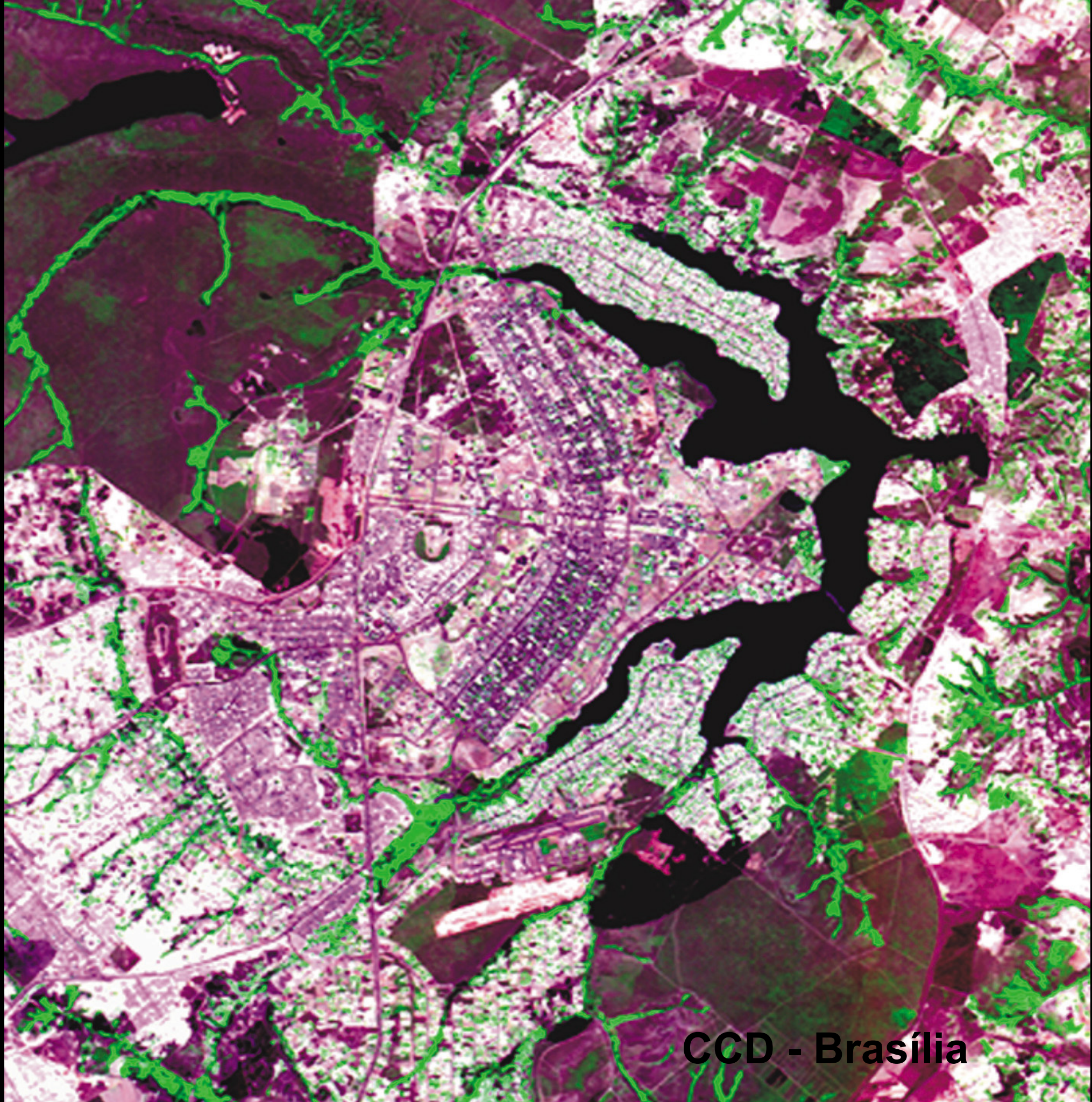
WFI – Rio de la Plata



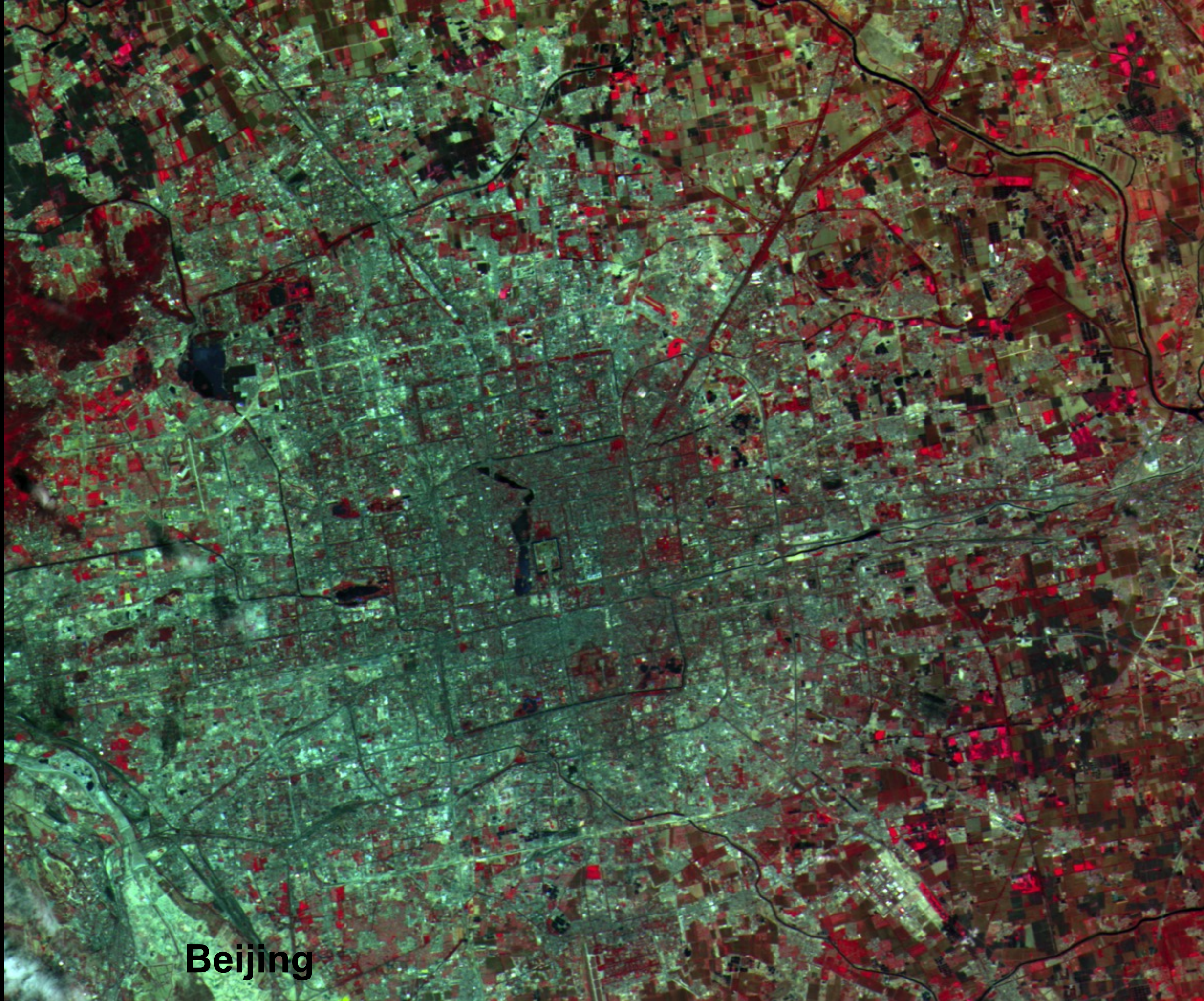
WFI



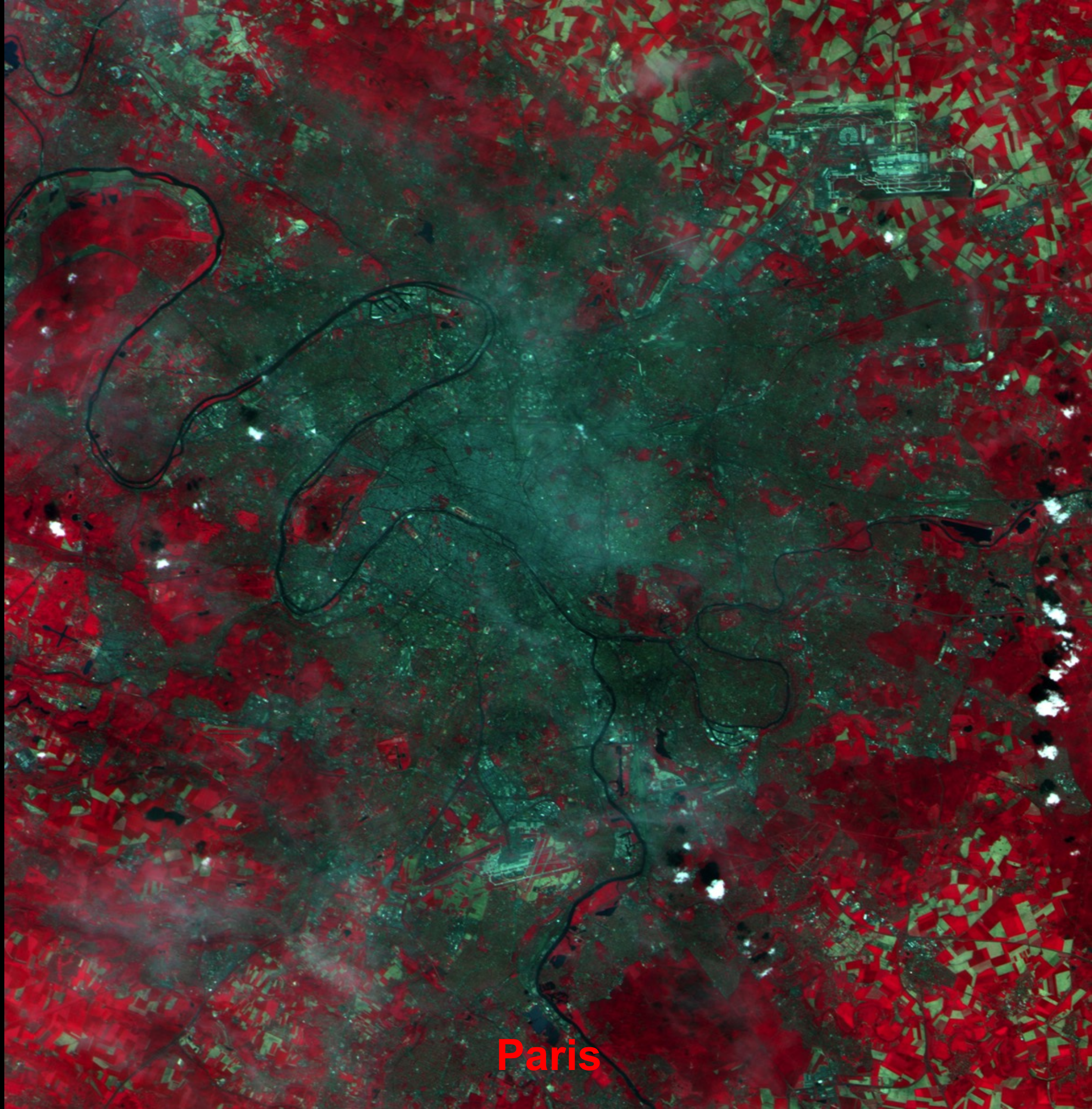
IRMSS



CCD - Brasília



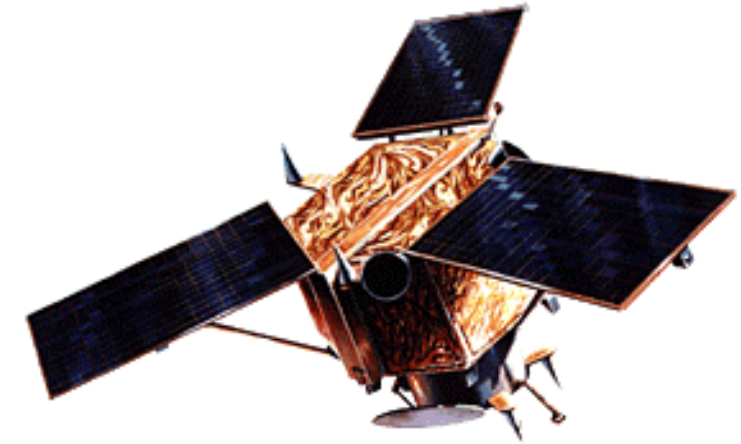
Beijing



Paris

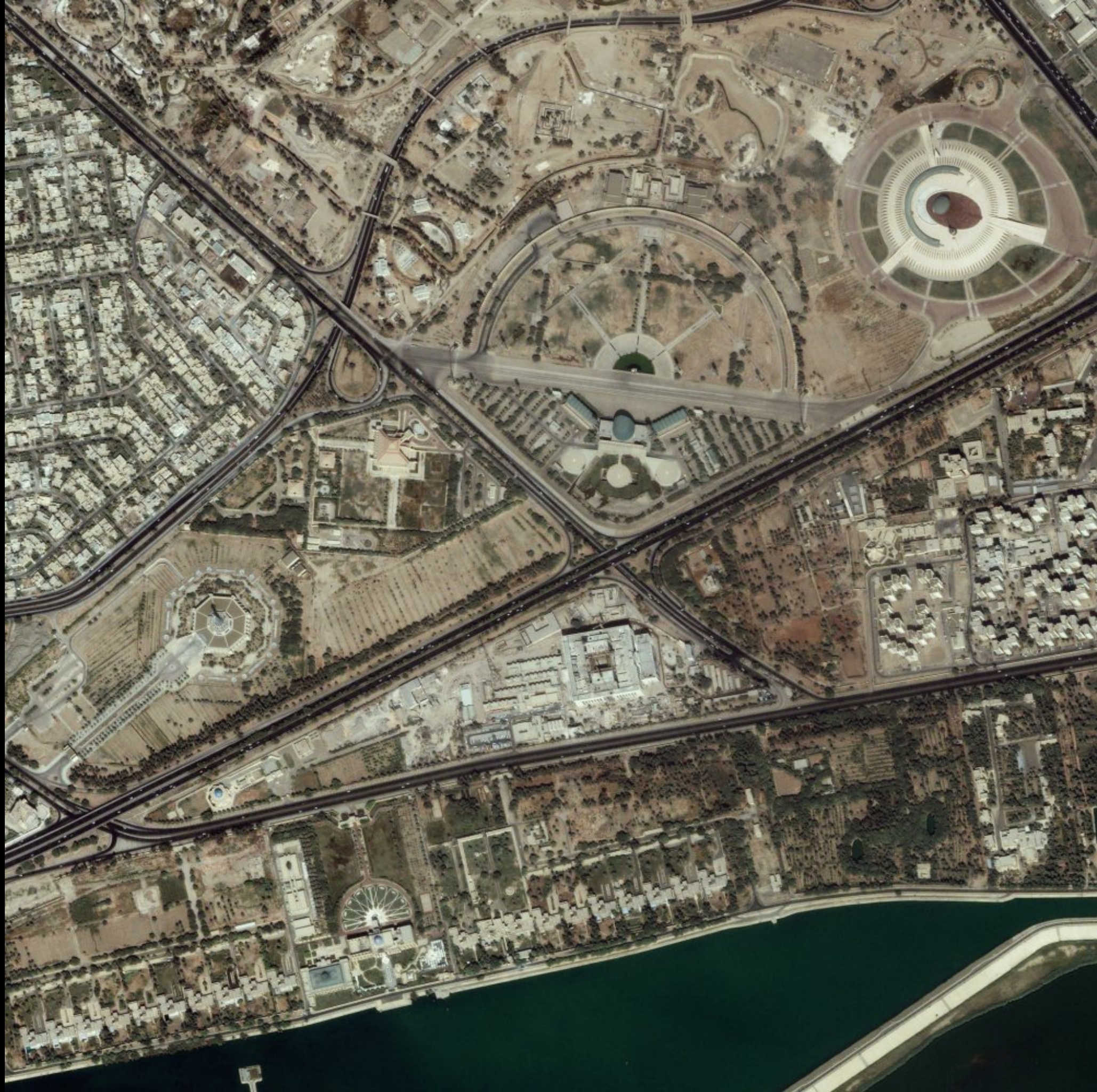
Ikonos

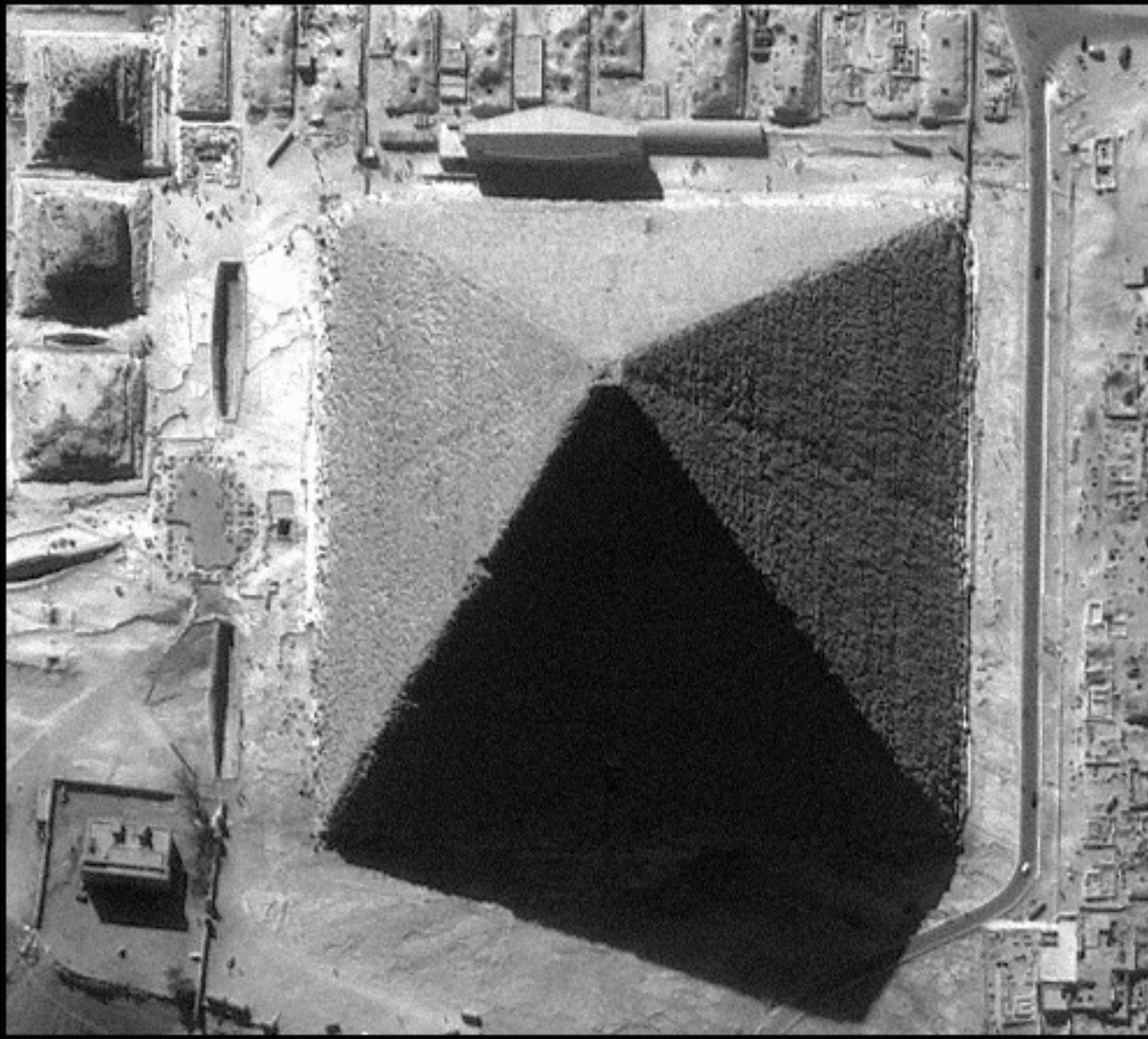
- ▶ Revisita
 - ▶ 3-5 dias off-nadir
 - ▶ 144 dias nadir



Band	1-m PAN	4-m MS & 1-m PS
1 (Blue)	0.45-0.90 μm	0.445-0.516 μm
2 (Green)	*	0.506-0.595 μm
3 (Red)	*	0.632-0.698 μm
4 (Near IR)	*	0.757-0.853 μm













QuickBird

- ▶ Revisita: 3-7 dias dependendo da latitude

Sensor Resolution & Spectral Bandwidth	Panchromatic	Multispectral
	<ul style="list-style-type: none"> ● 60-centimeter GSD (Ground Sample Distance) at nadir ● Black & White: 445 to 900 nanometers 	<ul style="list-style-type: none"> ● 2.4-meter GSD at nadir ● Blue: 450 to 520 nanometers ● Green: 520 to 600 nanometers ● Red: 630 to 690 nanometers ● Near-IR: 760 to 900 nanometers



3 m

SPACE SHUTTLE - DISCOVERY - 2005
Launch Pad 39B - NASA Kennedy Space Center in Florida, USA



QuickBird Satellite Image at 0.6m Resolution
Acquired on: 21-APR-2005

